



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED  
EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

## I MEMORIA

Pablo Castillejo Segura

José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 30 de Junio de 2011



## INDICE

- 1. Objeto**
- 2. Instalación solar fotovoltaica**
  - 2.1 Justificación de una instalación solar
  - 2.2 Aplicaciones principales
  - 2.3 Funcionamiento de una planta solar
- 3. Antecedentes**
- 4. Emplazamiento**
- 5. Descripción del proyecto**
- 6. Potencia de la instalación**
- 7. Instalación eléctrica**
  - 7.1 Introducción
    - 7.1.1 Objeto del capítulo
    - 7.1.2 Normativa aplicable
  - 7.2 Instalación eléctrica de media tensión
    - 7.2.1 Generalidades
    - 7.2.2 Descripción de la instalación
      - 7.2.3 Línea aérea de alta tensión 13,2 kV
        - 7.2.3.1 Bases de diseño
        - 7.2.3.2 Descripción de la instalación
        - 7.2.3.3 Conductores
        - 7.2.3.4 Toma de tierra
      - 7.2.4 Línea subterránea a 13,2 kV
        - 7.2.4.1 Justificación
        - 7.2.4.2 Construcción
          - 7.2.4.2.1 Obra civil
          - 7.2.4.2.2 Conversión aéreo-subterránea
          - 7.2.4.2.3 Instalación eléctrica
        - 7.2.4.3 Características del conductor
        - 7.2.4.4 Trazado
      - 7.2.5 Centro de Transformación
        - 7.2.5.1 Cálculos eléctricos de Alta tensión
          - 7.2.5.1.1 Sección del embarrado
          - 7.2.5.1.2 Sección de conductores de MT (Conexión de la celda de Trafo)
          - 7.2.5.1.3 Sección del conductor de BT
        - 7.2.5.2 Ventilación
        - 7.2.5.3 Distancias
        - 7.2.5.4 Aislamiento
        - 7.2.5.5 Instalación de toma a tierra
        - 7.2.5.6 Cálculo de la resistencia de la puesta a tierra del neutro del transformador
        - 7.2.5.7 Cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de la torre de alta tensión
        - 7.2.5.8 Cálculo de intensidad de cortocircuito trifásico
        - 7.2.5.9 Cálculo de la resistencia de defecto a tierraII (3Io)
        - 7.2.5.10 Aparatos de Media tensión
        - 7.2.5.11 Cálculos eléctricos Centro de transformación
          - 7.2.5.11.1 Centro de Transformación
          - 7.2.5.11.2 Líneas subterráneas a 13,2 Kv
            - 7.2.5.11.2.1 Alimentación a Centro de transformación

- 7.2.6 Afecciones Línea aérea
  - 7.3 Instalación eléctrica de Baja Tensión
    - 7.3.1 Descripción de la instalación
      - 7.3.1.1 Descripción de los componentes del sistema de baja tensión
        - 7.3.1.1.1 Líneas se Baja Tensión
        - 7.3.1.1.2 Cajas de Strings
        - 7.3.1.1.3 Inversores
        - 7.3.1.1.4 Cuadro de Baja Tensión
  - 7.4 Red de tierra
  - 7.5 Sistema de neutro
    - 7.5.1 Esquema de distribución de neutro y masas
    - 7.5.2 Conductores de protección
    - 7.5.3 Protección contra contactos indirectos en instalaciones TN
- 8. Características de la instalación fotovoltaica**
  - 8.1 Efecto fotovoltaico
  - 8.2 Célula fotovoltaica
    - 8.2.1 Funcionamiento de una célula solar
  - 8.3 Módulo fotovoltaico
  - 8.4 Estructura de montaje
    - 8.4.1 Orientación e inclinación
  - 8.5 Cajas de Strings
  - 8.6 Inversores

## **CÁLCULOS**

### **CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS**

- 1. Líneas de Strings
- 2. Radiación solar media horaria e irradiancia máxima para modelo de cielo claro
- 3. Cálculo de radiación horaria para un día particular del año a partir de la radiación media mensual diaria
  - 3.1 Estudio energético

### **CÁLCULO DE POTENCIA INSTALADA**

- 1. Cálculo de pérdidas por orientación
- 2. Cálculo de potencia a la salida de los paneles
- 3. Cálculo de potencia a la entrada de inversores
- 4. Cálculo de potencia a la salida de inversores
- 5. Distancia entre paneles
- 6. Cálculo de sombras

### **CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN**

- 1. Cálculos eléctricos
- 2. Cálculos mecánicos



## **ANEXOS**

### **ANEXO I: MEMORIA AMBIENTAL**

1. Objeto Memoria Ambiental
2. Justificación de la instalación
3. Características de la instalación
4. Informe de situación del suelo ocupado
5. Incidencias en el medio ambiente
  - 5.1 Desarrollo del medio físico
  - 5.2 Análisis de dimensiones y residuos contaminantes
  - 5.3 Análisis de molestias a los habitantes de localidades próximas
  - 5.4 Análisis de afecciones socio-económicas
  - 5.5 Medidas correctoras
6. Análisis de impacto ambiental
7. Conclusión

### **ANEXO II: PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA**

Objeto

Medidas adoptadas

### **ANEXO III: JUSTIFICACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS**

### **ANEXO IV: PLAN DE DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

### **ANEXO V: JUSTIFICACIÓN DE LA NORMA URBANISTICA DE PRADEJÓN**

### **ANEXO VI: JUSTIFICACIÓN DEL CTE**

### **ANEXO VII: ESTRUCTURA**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **1 Objeto.**

El objeto de este de proyecto es definir una instalación solar fotovoltaica de **100 kW nominales y 120 kW pico** a ejecutar en la cubierta de una nave industrial agrícola en la parcela 80, polígono 17, de Pradejón (La Rioja).

## **2 Instalación solar fotovoltaica**

### **2.1 Justificación de una instalación solar**

El consumo energética de la ciudad va en constante aumento, crece en tal proporción que los recursos energéticas naturales de los que se dispone llegara un momento en el que se agoten. Por ese motivo es práctica común la búsqueda de alternativas energéticas.

Las energías renovables son la principal alternativa energética razonable en la actualidad. Estas energías renovables, conocidas popularmente como **“limpias”**, se basan principalmente en su reducido impacto ambiental si las comparamos con las energías convencionales. Pero se justifican sobre todo por lo que supone de apuesta tecnológica hacia el futuro, de modo que se pueda conseguir de estos recursos prácticamente inagotables una de las fuentes consolidadas de suministro energético.

La mayor fuente de la que disponemos es sin duda el sol, una forma de utilizarlo como fuente de energía es mediante las instalaciones de energía solar fotovoltaica. Esta se basa en el aprovechamiento de la luz solar para convertirla en electricidad útil. La energía fotovoltaica es limpia, silenciosa, segura y barata, estas podrían ser una de las características por las cuales deberíamos utilizarlas.

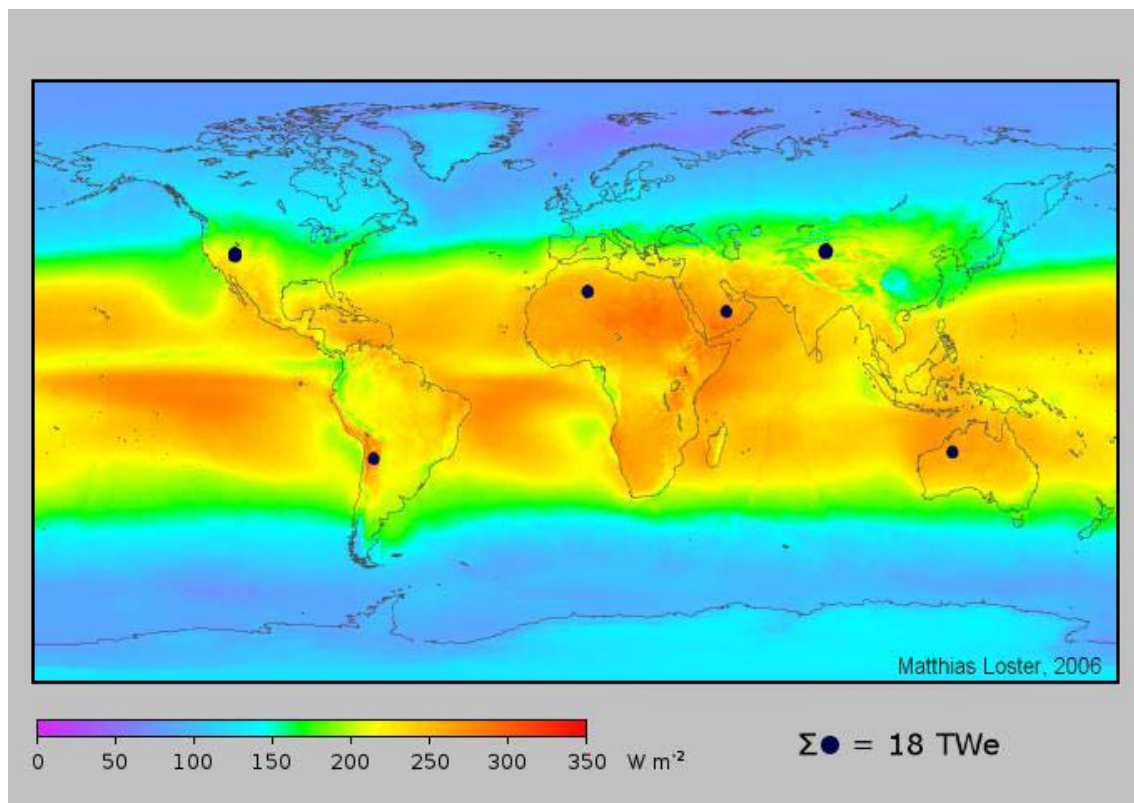
Los generadores fotovoltaicos de conexión a red pueden instalarse en cualquier lugar adonde llega el sol, teniendo en cuenta siempre que la red eléctrica esté en el lugar o muy próxima, con el fin de que todos los Kilovatios producidos se inyecten a la misma cobrándose, conforme al Real Decreto 436/2004(12/03/04, BOE 27/0304). Los precios estimados son a 0.45 euros por Kwh solar producido por las instalaciones de hasta 100Kw potencia nominal de inversor y a 0.216 euros para las instalaciones mayores.

La electricidad producida por un módulo fotovoltaico depende fundamentalmente del tipo y la cantidad de módulos instalados, así como su orientación e inclinación. Considerando las corrientes climáticas de la zona y estudiando las distintas alternativas posibles, se pretende realizar la instalación más viable tanto técnica como económica.

Este procedimiento de obtención de energía es totalmente limpio, por lo cual estaremos contribuyendo a evitar el deterioro de nuestro planeta.

EL aprovechamiento de la energía solar nace de dos cuestiones fundamentales: **es una fuente inagotable y gratuita**, y existe una necesidad de electricidad creciente en el mundo a la vez que se busca nuevos modelos de generación que sean respetuosos con el medio ambiente.

Por otro lado, la energía del Sol es un recurso casi universal, incluso mas abundante en zonas especialmente pobres como el continente Africano, tal y como muestra la siguiente imagen. De hecho la energía solar se puede aprovechar incluso en zonas con relativamente poca radiación, como es el caso de Alemania, lider mundial en fotovoltaica en cuanto a potencia instalada



*Distribución de la radiación solar en el mundo*

El principio de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas está basado en el efecto fotovoltaico, mediante la cual se transforma la energía radiante del Sol en energía eléctrica. Este proceso de transformación se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que partes de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.

## 2.2 Aplicaciones principales

La energía solar fotovoltaica está indicada para un amplio abanico de aplicaciones donde se necesite generar electricidad, bien sea para satisfacer las necesidades energéticas de aquellos que no disponen de acceso a la red eléctrica (sistemas fotovoltaicos autónomos) o bien para generar energía a la red (sistemas conectados a la red eléctrica). La energía solar fotovoltaica contribuye al desarrollo de zonas rurales aisladas (electrificación rural) pero también se utiliza en aplicaciones tecnológicamente más complejas como el suministro energético a los repetidores de telefonía móvil

Se pueden clasificar las aplicaciones en estos cuatro grupos:

- **Conexión a la red de distribución :**

Este es el modelo que se busca actualmente en la generación y distribución de energía eléctrica. La idea es producir cerca de donde se va a consumir la energía de manera que se ahorren pérdidas por transporte. Esto supone de centrales minúsculas (comparadas con las grandes nucleares o hidráulicas) como la de este proyecto. La electricidad generada, generalmente cerca de núcleos urbanos, se vierte a la red de baja o media tensión de manera que se consume en los alrededores de la planta.

- **Conexión a red centralizada :**

En este caso se trata de grandes huertas solares que vierten su producción a la red de media o alta tensión, tal y como ocurre en las centrales productoras tradicionales

- **Domésticas sin acceso a red :**

Partiendo de la base que más de 1900 millones de personas viven sin acceso a la red eléctrica en el mundo no cabe duda de que ésta es una aplicación que hace de la fotovoltaica una tecnología muy a tener en cuenta. Permite suministrar electricidad en zonas rurales o regiones subdesarrolladas.

- **No domésticas sin acceso a red:**

Esta se refiere a aplicaciones puntuales que requieren de electricidad para funcionar un largo periodo de tiempo pero que no dispone de acceso a la red eléctrica. Un ejemplo de esta aplicación son las estaciones meteorológicas. Una característica fundamental de los generadores fotovoltaicos que los diferencian de otras fuentes de energía renovable es que, como es lógico, sólo producen electricidad cuando recibe la luz del Sol (irradiación solar) y además la cantidad de energía que genera es directamente proporcional a la irradiación que incide sobre su superficie. Resulta evidente que en numerosas aplicaciones el consumo energético se produce independientemente de la radiación solar incluso de forma inversamente proporcional, como es el caso de los sistemas de iluminación. En este tipo de aplicaciones es necesario incluir un sistema de almacenamiento o de acumulación, normalmente baterías. En otras aplicaciones, como el bombeo de agua o los sistemas conectados a red, éstas no son necesarias puesto que la energía se acumula en forma de energía hidráulica o se reparte por la red.

### **2.3 Funcionamiento de una planta solar fotovoltaica**

En el caso más habitual, un sistema fotovoltaico conectado a red esta formado por:

**-generador fotovoltaico**

**-inversor**

**-conexión a red**

**-protecciones**

El generador fotovoltaico es el encargado de transformar la energía del sol en energía eléctrica. Está formado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, y a su vez cada módulo está formado por unidades básicas llamadas células fotovoltaicas. La potencia típica que suele suministrar una célula de este tipo es de unos 3 W. Este valor tan pequeño hace necesario que se agrupen varias células fotovoltaicas, 72 en nuestro caso en un solo componente, el módulo o panel fotovoltaico. Si la potencia suministrada por un módulo es insuficiente, se instalarán todos los que sean necesarios en una configuración serie/paralelo apropiada.

En el caso de los sistemas aislados (no conectados a red) suelen ser necesario almacenar la energía producida por el generador fotovoltaico en un sistemas de baterías. De este modo, la energía producida durante las horas de sol se pueden utilizar durante la noche, o en momentos en los que la radiación sea insuficiente como para generar energía demandada. La carga y descarga de la batería, que depende de la generación y el consumo, estará controlada por un regulador de carga. Este elemento actúa como protección de las baterías en caso de sobre carga o descargas excesivas que podrían ser dañinas para estas, acortando su vida útil. Estos elementos no son necesarios en instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.

Los módulos fotovoltaicos producen electricidad en corriente continua, que se puede almacenar directamente en baterías, que suministran a la vez corriente continua.

En el caso de que se desee dar servicios a determinados consumos que funcionan con corriente alterna o que se vierta la energía a la red, es necesario disponer de un inversor que se encargará de transformar la corriente continua en corriente alterna a una determinada tensión y frecuencia.

Los consumos, en caso de que existan (instalación autónoma) ya sean de alterna o de continua, suponen una parte fundamental del sistema fotovoltaico puesto que son los que normalmente determinan su tamaño. En las instalaciones conectadas a la red eléctrica, sin embargo, son otros los factores que determinan el tamaño de la instalación. Los sistemas fotovoltaicos en general pueden presentar consumos en continua, en alterna o mixtos.

### **3 Antecedentes**

La instalación se ubicará en el tejado de una nave industrial agrícola existente, situada en la parcela 80 del polígono 17 de Pradejón en La Rioja.

La citada nave dispone de una cubierta de chapa a dos aguas con una pendiente del **6%**, sobre la que se colocará una instalación de captación de energía solar con fines de producción eléctrica para venta a red.

La energía producida es necesario transformarla y transportarla para incorporarla a la red general propiedad de IBERDROLA S.A.U..

### **4 Emplazamiento**

La actuación se desarrolla en la parcela 80 del polígono 17 de Pradejón en La Rioja.

### **5 Descripción del proyecto.**

El presente proyecto plantea ubicar una instalación de paneles solares fotovoltaicos en la cubierta de una nave para la producción de energía eléctrica.

La energía producida se conducirá hasta el local que alberga los inversores para la conversión de la corriente continua proveniente de los paneles solares en **corriente alterna a 400V**; para a continuación conducirla hasta el transformador para transformarla en corriente alterna a **13.200 V**.

Los inversores, el transformador y la equipación propia del CT se ubican en un edificio prefabricado que se situará adosado a la nave existente.

Para la entrega final de la energía a la propietaria de la red general, IBERDROLA S.A.U. Es necesario levantar en la parcela una nueva torre fin de línea de alta tensión, así como sustituir el apoyo nº 622 de la línea “Circunvalación Norte” (actualmente “Pradejón”) de 13,2 KV.

### **6 Potencia de la instalación.**

La instalación está compuesta por módulos de una potencia de **180 W**.

Los paneles se reúnen en grupos para alimentar cada uno de ellos a un inversor, de **25 kW** de potencia. En total la instalación cuenta con 4 inversores.

EL conjunto de los inversores alimentará a un transformador de **160 KVA** con una relación de transformación de **400V / 13200V**.

## **7 Instalación eléctrica.**

### **7.1 Introducción**

#### **7.1.1 Objeto del capítulo**

El objeto del presente capítulo es especificar las condiciones técnicas y de ejecución de las instalaciones eléctricas de Media Tensión, Baja Tensión, Red de Tierras y Sistema de Neutro para la puesta en funcionamiento de una instalación solar fotovoltaica en el tejado de una nave existente en Pradejón en La Rioja, con el fin de evacuar los 100 kw generados por los paneles solares e inyectarlos a la red de IBERDROLA.

#### **7.1.2 Normativa aplicable**

En la redacción del presente Proyecto, se ha tenido en cuenta las siguientes normas y Reglamentos:

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre “Disponibilidades Mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- Disposiciones sobre Seguridad y Salud en el Trabajo del Ministerio de Trabajo.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión, aprobado por el Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, aprobado por el Decreto 3275/1.982, de 12 de Noviembre.
- Orden del 6 de Julio de 1.984
- Orden del 18 de Octubre de 1.984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Decreto 842/2.002, de 2 de agosto, B.O.E. nº 224, de fecha 18 de septiembre de 2002, así como todas las ampliaciones e interpretaciones publicadas posteriormente y relacionadas con los Decretos anteriores.
- Asimismo se han tenido presentes tanto la normalización nacional (Normas UNE), como las recomendaciones UNESA, las Normas NIDSA.
- Normas de la compañía IBERDROLA.

## **7.2 Instalación eléctrica en Media Tensión.**

### **7.2.1 Generalidades**

Se instalará un transformador de 160 KVA con relación de transformación 420 V / 13.200 V

Se instalará en el interior de un CT prefabricado que albergará el transformador, el inversor, y las celdas correspondientes.



La evacuación de energía desde el centro de transformación se realizará mediante un línea enterrada de media tensión que unirá dicho centro con una torre C-2000 de 14 m. de altura con armado RC2-15/5 (apoyo **nº 388**), en la que se colocará un juego de fusibles XS.

La nueva torre se unirá mediante una línea aérea con el apoyo **nº622** de la línea “Circunvalación Norte” (actualmente “Pradejón”) Pradejón de 13,2 kV propiedad de IBERDROLA S.A.U. para exportar la energía.

El actual apoyo 622, existente es necesario sustituirlo por uno nuevo RC-2000-20 con armado y cruceta de derivación RC2-15/5.

### **7.2.2 Descripción de la instalación.**

Se establece como punto de conexión el apoyo a sustituir nº 622 de la línea denominada “Pradejón” de la STR Pardejón. La conexión se realizará mediante derivación simple en T con seccionadores monofásicos en el primer apoyo de la derivación particular, en una zona de fácil acceso.

A partir de dicho apoyo nº 388, se construirá una línea aislada de MT de **240mm<sup>2</sup>** de sección hasta el nuevo centro de transformación. Estará ubicado en planta baja, junto a la nave, con dimensiones, características y emplazamiento según se detallan en los planos adjuntos.

La conexión de la línea de alta con las protecciones del centro de transformación se realizará por medio de tres conos difusores de interior.

Los equipos eléctricos serán prefabricados y cumplirán con las especificaciones indicadas en **MIE RAT capítulo 17**.

Estos equipos estarán compuestos por:

- Celda de remonte.
- Celda de corte y medida.
- Celda de protección con interruptor automático telemandado.
- Celda de medida de tensión e intensidad con entrada y salida por cable.
- Transformador de 160 KVA

Las características técnicas de los equipos serán:

Celda de remonte de cables marca **Merlin Guerin**, modelo **SGAME16** de dimensiones:

- 375 mm de anchura
- 875 mm de profundidad
- 1600 mm de altura
- 110 kg de peso.

Equipo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión 24 kV y 16 kA.
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparación para conexión inferior con cable seco unipolar.



Celda de interruptor-medida marca **Merlin Gerin**, modelo **SGCMD3TF16**, de dimensiones:

- 750 mm de anchura
- 940 mm de profundidad
- 1600 mm de altura
- 230 kg de peso sin TT ni fusibles

Equipo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, con salida superior derecha.
- Interruptor seccionador de corte SF6 de 400A, tensión de 24 kV y 16 KA
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Mando CIT accionado de forma manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- 3 transformadores de tensión protegidos.
- 3 fusibles.

Celda de protección con interruptor automático marca **Merlin Guerin**, modelo **SDM1C16M** de dimensiones:

- 750 mm de anchura
- 1.220 mm de profundidad
- 1.600 mm de altura
- 400 kg de peso (sin TI)

Equipo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes de 16 kA.
- Seccionadores en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en sf6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de disparo a emisión de tensión de 220 V c.a., 50 Hz.
- Mando RI de actuación motorizado.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Preparada para conexión inferior de cable unipolar seco.
- Embarrado de puesta a tierra.

Cajón BT superior en celda de protección con relés **Sepam S40** y B22 con las siguientes funciones de protección y telemedida según MT 2.90.01:

- Sobreintensidad de fase (50/51) y de neutro (50N/51N).
- Máxima tensión (59V) y mínima tensión (27V).
- Máxima y mínima frecuencia (81M/n).
- Máxima tensión homopolar (64L)
- Protección anti-isla (RA1) para  $P < 5$  MW.
- Automatismo definido por IBERDROLA.
- Medida de potencia activa (P), reactiva (Q) y tensión (V).
- Comunicación en Modbus con la remota.

Cajón BT superior en celda de protección con relés Sepam S40 y B22 con las siguientes funciones de protección y telemedida según MT 2.90.01:

- Sobreintensidad de fase (50/51) y de neutro (50N/51N).
- Máxima tensión (59V) y mínima tensión (27V).
- Máxima y mínima frecuencia (81M/n).
- Máxima tensión homopolar (64L)
- Protección anti-isla (RA1) para  $P < 5$  MW.
- Automatismo definido por IBERDROLA.

Celda de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable, marca Merlin Guerin, modelo SGBC3316, de dimensiones:

- 750 mm de anchura
- 1.038 mm de profundidad
- 1.600 mm de altura
- 200 kg (sin TT ni TI)

Equipo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA
- Entrada y salida de cable seco unipolar.
- Conteniendo 3TT y 3 TI

Transformador trifásico de **ORMAZABAL** de arrollamientos concéntricos en cobre, chapa apilada inmerso en baño de aceite mineral, refrigeración natural ONAN dentro de cubas de aletas de llenado integral, ruedas orientables válvula de vaciado, tapón de llenado, placa de características y tomas de puesta a tierra.

- Norma (NI 72.30.00 & 1ª modificación)

Potencia.....160 KVA

Tensión primaria.....13,2-20 kV

Tensión secundaria.....B2=420 V

Termómetro de esfera.....NO

Pasatapas enchufable.....SI

Equipo para conexión y medida de una instalación fotovoltaica hasta 100 Kw para colocación en interior. Marca **URIARTE**, mod. **UR-CIT-E-FOT**.

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc... de conformidad con las Normas del Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

### **7.2.3 Línea aérea de alta tensión 13,2kV**

La línea donde se establece como punto de conexión es la línea aérea de 13,2 kV denominada “Circunvalación Norte” (actualmente “Pradejón”).

Se va ejecutar el cambio del apoyo nº 622, para sustituirlo por uno de anclaje, ya que se ejecuta una derivación en ese punto para suministrar a la parcela 80, del polígono 17.

En dicha parcela, se colocará un apoyo fin de línea nº 388.

#### **7.2.3.1 Bases de diseño.**

Tensión nominal: 13,2/20 kV.

Tensión más elevada para el material: 24 kV.

Los conductores son LA-56.

#### **7.2.3.2 Descripción de la instalación.**

Sustitución del apoyo nº 622 por apoyo de tipo **C-2000-20-RC2-15/5** y cruceta derivación **RC2-15/5**.

Colocación nuevo apoyo nº 388 de tipo **C-2000-14-RC2-15/5** con fusibles **XS**.

#### **7.2.3.3 Conductores**

El conductor es LA-56

Las características son las siguientes:

- Naturaleza: AL-AC
- Composición: 6 + 1
- Sección del conductor: 54,6 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 9,45 mm.
- Peso: 0,1891 Kg/m.
- Carga de rotura: 1.640 daN.
- Módulo de elasticidad: 7.900 Kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación lineal: 1,91 x 10<sup>-5</sup> por °C.
- Relación peso/sección: 3,46 x 10<sup>-3</sup>

#### 7.2.3.4 **Toma de tierra.**

Se pondrán a tierra las torres metálicas.

##### **Descripción del sistema de tierra.**

Las torres metálicas tendrán una puesta a tierra de protección.

La red de tierra será en forma de anillo a una distancia igual o mayor a 1m en torno a la cimentación de la torre..

- Elementos de la instalación de puesta a tierra:
- Electrodo de tierra: pica cilíndrica de acero-cobre de 14,6mm de diámetro y 1,5 m de longitud, y conductor de **50 mm<sup>2</sup>** de cobre.
- Grapa de conexión para pica cilíndrica y cable de **50 mm<sup>2</sup>** de cobre.
- Línea de tierra: conductor de 50 mm<sup>2</sup> de cobre.
- Terminal principal de tierra: grapa de conexión tipo paralelo para el cable de cobre.

##### **Tensión de contacto.**

Dadas las dimensiones del anillo y la estructura de la instalación, la torre no se puede tocar desde el borde exterior de la red de tierra luego no hay problemas con la tensión de contacto.

#### 7.2.4 **Línea subterránea a 13,2kV**

##### 7.2.4.1 **Justificación.**

Como base de partida de este Proyecto se ha adoptado que la conexión desde el punto de generación de la energía eléctrica con la red de IBERDROLA se haga en Media Tensión, y dada la proximidad del CT con la nave existente, el trazado inicial de la línea de Media Tensión será mediante canalización enterrada hasta el apoyo nº 388, ya que si no de otra manera no se cumplirían las distancias establecidas en la actual normativa.

La línea eléctrica a 13,2 KV se tenderá en zona de paso de vehículos, alojándose en canalización subterránea entubada, construida para este fin.

##### 7.2.4.2 **Construcción**

###### 7.2.4.2.1 **Obra civil.**

Para el tendido de esta línea se construirá una canalización de profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no inferior a 0,6 metros en acera o tierra, ni 0,8 metros en calzada.

En los tramos en los que el trazado discorra a lo largo de la acera o por lugares por donde no circule tráfico rodado, los tubos se cubrirán con hormigón y se cerrará la zanja con tierra compactada, reponiéndose el pavimento posteriormente.

Cuando la canalización cruce la calzada o lugares por los que circule tráfico rodado, la canalización se cerrará con hormigón, evitando de esta forma que los esfuerzos de compresión puedan dañar las tuberías y el conductor.

En el origen, en el final de la canalización, así como en todos los puntos donde existan cambios de dirección y cada 40m, se construirán unas arquetas de 1 metro de ancho por 1 metro de largo por 1 metro de profundidad, de forma troncopiramidal, provistas en su parte superior de una tapa metálica de 0,60 x 0,60 m. para acceso de hombre.

(ITC-LAT-06, apartado 4.2, **Real Decreto 223/08**, de 15 de febrero y normativa casa suministradora IBERDROLA)

#### 7.2.4.2.2 Conversión aéreo-subterránea.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a.- Se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión.
- b.- Tramo aéreo hasta la línea aérea irá protegido con un tubo o canal cerrado de suficiente resistencia mecánica.
- c.- Las conexiones de las protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos o descargadores, la conexión serán lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

(ITC-LAT-06, apartado 4.7, **Real Decreto 223/08**, de 15 de febrero y normativa casa suministradora IBERDROLA)

#### 7.2.4.2.3 Instalación eléctrica

La línea irá alojada en un tubo, quedando el resto de los tubos libres para futuras necesidades. El radio de curvatura después de colocado el cable, será como mínimo 15 veces su diámetro exterior y 20 veces o más en las operaciones de tendido. En estas operaciones y de una forma particular en curvas y enderezamientos, no es conveniente efectuar trabajos de instalación cuando la temperatura del cable y del ambiente sean inferiores a los 0°C.

En el origen y en el final de las líneas se colocarán las correspondientes cajas terminales, conectadas convenientemente a tierra, así como la pantalla del conductor.

La línea subterránea que acomete al Centro de Transformación provendrá del nuevo apoyo nº 388, para lo que éste deberá ser provisto de una conversión aéreo-subterránea

#### 7.2.4.3 Características del conductor

Debido al tipo de montaje de la instalación, a la potencia a transportar, a la tensión de servicio, así como a que las redes son con neutro a tierra, las características del conductor a utilizar serán las siguientes:

- Tipo ..... HEPRZ1
- Tensión nominal ..... 12/20 KV
- Tensión de prueba a 50 Hz. .... 30 KV
- Tensión de cresta en la prueba por impulso ... 125 KV
- Sección ..... 240 mm<sup>2</sup>
- Material conductor ..... Aluminio
- Intensidad máxima de trabajo ..... 430 A

- Conductor enterrado a 1 m. de profundidad.

Como el cable está dentro de un tubo en lugar de estar directamente enterrado, la capacidad del mismo se reduce al 80% de la nominal.

Así pues,

$$I_{\text{máx.}} = 400 \times 0,8 = \mathbf{320 \text{ A.}}$$

Siendo la potencia de la línea de 160 KVA, se puede comprobar que la sección elegida tiene capacidad para transportar esta potencia.

#### 7.2.4.4 Trazado

La línea subterránea tiene su origen en el CT y llega hasta el apoyo nº 388.

El tipo de conductor empleado será de aluminio, tipo HEPRZ1, de 240 mm<sup>2</sup> de sección y tiene una longitud de 12 m.

TABLA 3

TRAMO	LONGITUD mts.	CONDUCTOR Al.	SECCION mm <sup>2</sup>
De CT al apoyo 388	12	HEPRZ-1	<b>240</b>

El trazado queda reflejado en los planos adjuntos.

### 7.2.5 Centro de Transformación.

#### 7.2.5.1 Cálculos eléctricos Alta Tensión

Estos cálculos se efectuarán en todos los casos teniendo en cuenta lo que ordena el Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.

##### 7.2.5.1.1 Sección del embarrado

El embarrado general y derivaciones será de **400 A** de intensidad nominal.

##### 7.2.5.1.2 Sección de conductores de MT (Conexión de la Celda de Trafo)

La alimentación al transformador en M.T. se efectuará con cable aislado, provisto en sus extremos de conos deflectores, así como las correspondientes puestas a tierra.

Este conductor tiene las siguientes características:

- Tipo ..... HEPRZ1.
- Tensión nominal ..... 12/20 KV.
- Tensión de prueba a 50 Hz. .... 30 KV.
- Sección ..... 50 mm<sup>2</sup>

- Material conductor ..... Aluminio.
- Intensidad máxima de trabajo al aire ..... 160 A.
- Campo ..... Radial.

Siendo la potencia máxima de la máquina prevista de 160 KVA., este conductor tiene capacidad suficiente para este servicio.

#### 7.2.5.1.3 Sección de conductor de BT

La alimentación al Cuadro de B.T. se efectuará a través de conductor unipolar aislado del tipo **RV-0,6/1 KV**.

Como la potencia a instalar es de:

CT ..... 1 x 160 KVA.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V} = \frac{160.000}{1,73 \times 400} = 231A.$$

Donde:

P = Potencia en VA.

V = Tensión en V.

I = Intensidad en A.

Siendo de 231 A. la capacidad de los conductores RV-0,6/1 KV. de 95 mm<sup>2</sup> de Al. Se utilizarán 1 conductor de **95 mm<sup>2</sup>** Al. por fase y 1 de **50 mm<sup>2</sup>** Al. para el neutro.

#### 7.2.5.2 Ventilación

Al ser un CT prefabricado y homologado la ventilación natural está previamente calculada y aprobada por el suministrador IBERDROLA.

#### 7.2.5.3 Distancias

Las Celdas de media tensión previstas en este Proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con los ensayos indicados por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la Orden 11-3-1.971.

#### 7.2.5.4 Aislamiento

Todos los elementos que se utilicen en el montaje de la instalación de Alta Tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo de 20 KV. el valor eficaz de la tensión nominal futura de servicio y de 24 KV. el valor eficaz de la tensión más elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- a) 125 KV. (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2/50 microsegundos, polaridad positiva y negativa.
- b) 50 KV. (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto frecuencia industrial de 50 Hz.

### 7.2.5.5 Instalación de toma de tierra

De acuerdo con el Real Decreto 3275/1.982 de 12 de Noviembre, que aprueba el "Reglamento sobre condiciones y garantías de seguridad de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación" y con la O.M. de 6-7-84 que señala las **"Instrucciones Técnicas Complementarias"** para aplicar en dicho Reglamento, la instalación que se pretende realizar es de tercera categoría por ser la máxima tensión utilizada igual a 20 KV.

Se conectará a la tierra de protección entre otros los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las armaduras metálicas del C.T.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conjuntos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible, la seguridad de las personas que manejen los mandos del centro de transformación, además de dotarla con un sistema de puesta a tierra como indica la Instrucción RCE-13, se pondrá a disposición del personal, guantes y calzados aislantes.

Se conectará a la tierra de servicio entre otros los siguientes elementos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, etc...
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

#### Descripción del sistema de tierras.

Se instalará una puesta a tierra de protección para toda la instalación y estará constituida por una malla instalada bajo el recinto, situada a una profundidad mínima de 0,5 m.

Se colocará bajo el pavimento un mallazo metálico para que la superficie interior esté toda ella al mismo potencial y evitar, de esta forma, las tensiones de paso y contacto elevados.

La tierra de servicio se ubicará fuera de ese recinto y se alejará lo suficiente para que la tensión transferida por la puesta a tierra general no sea peligrosa. La unión del neutro con la puesta a tierra se realizará por medio de un conductor aislado de 1.000 V.

#### Resistencia de tierra.

La red de tierra estará constituida por una malla situada en el interior del recinto de dimensiones 6,98 m x 2,50 m dividida en 6 retículas (3 x 4 conductores).

La resistencia de la puesta a tierra viene dada por la fórmula:

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$



Siendo:

R: Resistividad a tierra del electrodo en Ohm.

$\rho$ : Resistividad del terreno en Ohm.m.

L: Longitud total de los conductores enterrados en m.

r : Radio de un circulo de igual superficie que la malla en m.

En este caso se considera un valor de  $\rho = 50$  Ohm.m.

$$R = \frac{50}{4 \times 2,36} + \frac{50}{33} = 6,81 \text{ Ohm.}$$

### Tensión de paso.

La tensión de paso máxima admisible se calculará con la fórmula:

$$V_p = \frac{10 K}{n} \left( 1 + \frac{6 \rho_s}{1.000} \right)$$

Donde:

$$K = 72$$

$$n = 1$$

$$t = 0,5$$

$\rho_s$  = Resistividad superficial del terreno.

Se considera  $\rho_s = 3.000$  ya que alrededor del CT hay hormigón o asfalto.

$$V_p = 10 \times \frac{72}{0,5} \left( 1 + \frac{6 \times 3.000}{1.000} \right) = 27.360 \text{ V.}$$

El punto mas desfavorable es en el borde del electrodo.

Asimilando la malla de superficie A a una placa de diámetro D

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\Pi}} \text{ se tiene que } D = 4,71 \text{ m.}$$

La tensión de paso será la diferencia de las tensiones a 2,36 m. y 2,36 + 1 m.

$$U = \frac{I_f \rho}{\Pi D} \arcsen \frac{D}{2X}$$

Donde:

U: Tensión en el punto a la distancia X en V.

X: Distancia al centro en m.

D: Diámetro de la placa equivalente en m.

$$U1 = \frac{391 \cdot 50}{\pi \cdot 4,71} \arcsin \frac{4,71}{2 \times 2,36} = 1.989,35 \text{ V.}$$

$$U2 = \frac{391 \cdot 50}{\pi \cdot 4,71} \arcsin \frac{4,71}{2 \times 3,36} = 1.026,12 \text{ V.}$$

$$V1 - V2 = 1.989,35 - 1.026,12 = 963,22 < 10.080 \text{ V.}$$

#### Tensión de contacto.

La tensión de contacto máxima admisible se calcula con la fórmula:

$$Vc = \frac{K}{t^n} \left( 1 + \frac{1,5 \rho_s}{1.000} \right)$$

El valor de Vc para los diferentes tipos de terreno superficial será:

- Superficie de hormigón;  $\rho_s = 3.000 \text{ Ohm.m.}$ ;  $Vc(h) = 792 \text{ V.}$
- Superficie de tierra;  $\rho_s = 50 \text{ Ohm.m.}$ ;  $Vc(t) = 155 \text{ V.}$

En el interior del recinto no hay ninguna zona peligrosa ya que todo está al mismo potencial.

La única tensión de contacto peligrosa sería la transferida por partes metálicas saliendo del edificio.

La única tensión de contacto peligrosa sería la transferida por la puesta a tierra de servicio y que a través del neutro pueda llegar a puntos con tensión cero respecto a tierra.

La toma de tierra de servicio se colocará en una distancia a la que en caso de fallo, la tensión del suelo no sea superior a 1.000 V. con un mínimo de 20 m. y se calcula por la fórmula:

$$X = \frac{If \cdot \rho}{2 \pi V}$$

Donde:

X = Distancia en m.

If = Corriente de falta a tierra en A.

V = Tensión a al distancia X.

$\rho$  = Resistividad del terreno.

$$X = \frac{391 \times 50}{2 \pi \cdot 1.000} = 3,11 \text{ m.} < 20 \text{ m.}$$

A partir de 3,11 m. de la tierra de protección se colocará la tierra de servicio. De ésta manera se evitarán las tensiones peligrosas transferidas por los neutros de la red de baja.

En este caso, la tierra del edificio, la de la instalación fotovoltaica, la del neutro del transformador y de herrajes, se unirán en un embarrado, colocado dentro del CT, ya que se ha calculado que la resistencia total es de 0,8  $\Omega$ :

$$V = 0,8 \times I_{cc} = 0,8 \times 980 = 784V < 1000V$$

Por lo que no habrá peligro de tensiones peligrosas.

Para evitar tensiones de contacto peligrosas se colocará el apoyo nº622 a una distancia mínima de 2,5 m. del soporte de la puerta de acceso a la parcela.

#### **7.2.5.6 Cálculo de la resistencia de la puesta a tierra del neutro del transformador.**

La puesta a tierra del neutro está formada por un electrodo con 4 picas de 2 m. separadas y un mínimo de 3 m. y tiene un valor de:

$$R = \frac{\rho}{4 \cdot L} \cdot 1,25 = \frac{50}{4 \cdot 2} \cdot 1,25 = 7,81 \Omega$$

Donde:

$\rho$  : Resistividad del terreno en  $\Omega$  m.

L : Longitud de la pica en m.

#### **7.2.5.7 Cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de la torre de alta tensión**

La puesta a tierra de la torre de alta tensión está formada por un electrodo con 2 picas de 2 m. separadas y un mínimo de 3 m. y tiene un valor de:

$$R = \frac{\rho}{4 \cdot L} \cdot 1,25 = \frac{50}{4 \cdot 2} \cdot 1,25 = 7,81 \Omega$$

Donde:

$\rho$  : Resistividad del terreno en  $\Omega$  m.

L : Longitud de la pica en m.

#### 7.2.5.8 Cálculo de la intensidad de cortocircuito trifásico.

$$I_{cc} = \frac{V_c}{\sqrt{3}Z_1}$$

Donde:

$I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito trifásico en A

$V_c$  = Tensión compuesta en V.

$Z_1$  = Inductancia directa en  $\Omega$

$Z_1 = Z_{1T} + Z_{1L}$

$Z_{1T}$  = Inductancia del transformador.

$$Z_{1T} = \frac{Z\% \cdot 10 \cdot V_c^2 \cdot (KW^2)}{W \cdot (KVA)} \cdot \Omega$$

$Z\%$  = Tensión de cortocircuito del transformador en % (normalmente 9%)

W = Potencia del transformador en KVA.

$Z_{1L}$  = Inductancia directa de la línea (normalmente 0,35  $\Omega$ /Km en líneas aéreas y 0,10  $\Omega$ /Km en enterradas).

En este caso:

$V_c = 13.200$  V

$Z_{1T} = 0,78$   $\Omega$

$Z\% = 9$  %

W = 20.000 KVA

$Z_{1L} = 7$   $\Omega$

$$I_{cc} = \frac{13.200}{\sqrt{3} \cdot (0,78 + 7)} = 980 \text{ A}$$

#### 7.2.5.9 Cálculo de la resistencia de defecto a tierra II (3I<sub>o</sub>)

$$I_1 = 3I_o = 3 \frac{V_c}{\sqrt{3}} \frac{1}{\sqrt{Z^2 + (3R_t)^2}}$$

Donde:

I<sub>1</sub> = Intensidad de defecto a tierra.

V<sub>c</sub> = Tensión compuesta.

Z = Inductancia total.

R<sub>t</sub> = Resistencia total (normalmente resistencia de puesta a tierra).

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_0$$

$$Z_1 \text{ normalmente} = Z_2$$

$$Z_1 = Z_{1T} + Z_{1L}$$

Z<sub>1T</sub> = Inductancia directa del transformador.

$$Z_{1T} = \frac{Z\% \cdot 10 V_c^2 (KV^2)}{W (KVA)} \text{ Ohm.}$$

Z% = Tensión de cortocircuito del transformador en % (normalmente 9%)

W = Potencia del transformador en KVA

Z<sub>1L</sub> = Inductancia directa de la línea (normalmente 0,35 Ohm/Km en líneas aéreas y 0,10 Ohm/Km en enterradas).

Z<sub>0</sub> = Inductancia de secuencia cero.

$$Z_0 = Z_{0T} + Z_{0L} + 3 Z_{TN}$$

Z<sub>0T</sub> = Inductancia cero del transformador normalmente = Z<sub>1T</sub>

Z<sub>0L</sub> = Inductancia cero de la línea, normalmente 2,5 ÷ 3 Z<sub>1L</sub> en líneas aéreas y 3 Z<sub>1L</sub> en líneas enterradas.

Z<sub>TN</sub> = Inductancia de puesta a tierra del neutro.

En este caso:

$$V_c = 13.200 \text{ V.}$$

$$R_t = 6,81 \Omega$$

$$Z_{1T} = 0,78 \Omega$$

$$Z\% = 9\%$$

$$W = 20.000 \text{ KVA}$$

$$Z_{1L} = 2,63 \Omega$$

$$I_1 = \frac{3 \cdot 13.200}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{(7,78 + 7,78 + 39,28)^2 + (3 \cdot 6,81)^2}} = 391 \text{ A}$$

#### 7.2.5.10 Aparatos de Media Tensión

Todos los aparatos que se proyectan colocar están previstos para una tensión nominal de 20 KV., con lo que se cumplen las prescripciones del Reglamento.

#### 7.2.5.11 Cálculos eléctricos Centro de Transformación

La potencia del Centro de Transformación es la siguiente:

CT ..... 160 KVA.

##### 7.2.5.11.1 Centro de Transformación.

Intensidad.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times E}$$

Dada la potencia del Transformador, fijada en 160 KVA, con una tensión de 13,2 KV., resulta:

$$I = \frac{160}{1,73 \times 13,2} = 7 \text{ A.}$$

Densidad de Corriente.

Conductor de 50 mm<sup>2</sup>Al.

$$\delta = \frac{7}{50} = 0,14 \text{ A/mm}^2$$

Valor muy inferior al que figura en el Artículo 22 del vigente Reglamento, que fija **3,70 A/mm<sup>2</sup>**.

##### 7.2.5.11.2 Líneas subterráneas 13,2 KV

###### 7.2.5.11.2.1 Alimentación a Centro de Transformación.

Cálculo de intensidad.

La sección elegida es de 240 mm<sup>2</sup>Al.

Potencia en el caso más desfavorable: 2.520 KVA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times E}$$

$$I = \frac{2.520}{1,73 \times 13,2} = 110,22 \text{ A}$$

Densidad de corriente.

Conductor de 240 mm<sup>2</sup>Al.

$$\delta = \frac{110,22}{240} = 0,46 \text{ A/mm}^2$$

Valor muy inferior al que figura en el Artículo 22 del vigente Reglamento, que fija 3,70 A/mm<sup>2</sup>.

Caída de tensión.

La sección elegida es de 240 mm<sup>2</sup>Al.

Caída de tensión  $e = I \sqrt{3} (R \cos \varphi + WL \sin \varphi)$  por Km. de línea (no considerando el efecto de capacidad dada su corta longitud).

$$R = \varphi \frac{L}{S} = \frac{0,028 \times 1.000}{240} = 0,117 \text{ Ohm/Km.}$$

$$\cos \varphi \dots\dots\dots 0,80$$

$$\sin \varphi \dots\dots\dots 0,60$$

$$L \dots\dots\dots 0,364 \text{ mH/Km.}$$

$$WL \dots\dots\dots 0,364 \times 2 \times 3,14 \times 50 = 0,114 \text{ Ohm/Km.}$$

Caída de tensión x Km.

$$I \times 1,73 (0,117 \times 0,80 + 0,114 \times 0,60) = I \cdot 0,280 \text{ V/Km.}$$

TABLA 4

TRAMO	POTENCIA KVA	INTENSIDAD A	LONGITUD m	CAIDA TENSION V/Km
CT -Apoyo nº 388	2.520	110,22	12	<b>30,86</b>

Caída en la línea proyectada a plena potencia:

$$\frac{30,86 \times 12}{1.000} = 0,37 \text{ V.}$$

Que representa:

$$\frac{0,37 \times 100}{13.200} = 2,81.10^{-3} \%$$

Valor que consideramos totalmente admisible.

### 7.2.6 Afecciones Línea Aérea

Consideramos como nueva afección el cambio de apoyo en la línea de 13,2KV Circunvalación Norte (actualmente Pradejón) de la STR Pradejón en el apoyo nº 622 (apoyo de anclaje).

<u>PARCELA</u>	<u>POLIGONO</u>	<u>ENTIDAD</u>	<u>TITULAR</u>
64	17	Pradejón	Alfonso Miranda Ezquerro DNI: 72780798-N

El espacio necesario para ubicación de apoyo de línea de evacuación de planta solar fotovoltaica de 100 kW y suelo.

Por el presente, el titular de la parcela consiente la servidumbre descrita a favor de Pablo Castillejo Segura

## 7.3 Instalación eléctrica de Baja Tensión

### 7.3.1 Descripción de la instalación

El sistema de generación de la planta comienza en los paneles fotovoltaicos, **748** en total, que generan **100 kw nominales**, **120 kw pico** de potencia en corriente continua a 700 V.

Con esta energía se alimentan a cuatro inversores, de 25kw cada uno que transforman la corriente continua en corriente alterna trifásica de 400 V y 50 Hz, disponiendo los inversores de un transformador con separación galvánica.

Las líneas de BT se canalizan bajo tubo de acero por la fachada de la nave hasta los inversores.

Cada salida del inversor llega a un cuadro eléctrico equipado con protecciones **magnetotérmicas** y **contadores** para telemedida.

Del interruptor general del cuadro parte una línea trifásica que conecta el cuadro con un transformador elevador de 160 kva que elevará la tensión de 400V hasta los 13200V necesarios para inyectar la energía producida en la red.

Después del cuadro se colocará un equipo de medida indirecta hasta 100 kW.



### **7.3.1 Descripción de las componentes del sistema de baja tensión**

#### **7.3.1.1 Líneas de Baja Tensión**

La red de cables del sistema de generación se realizará con cables unipolares de cobre para una tensión de servicio de **0,6/1 kV** y de la sección indicada en los planos correspondientes. Los cables se instalarán al aire, bajo tubo o en bandeja, según los casos.

#### **7.3.1.2 Cajas de Strings**

Las cajas de strings son las cajas en las que se conecta en paralelo las cadenas de paneles solares conectados entre sí en serie (strings).

Contiene los fusibles y el interruptor general de corte en carga.

En la instalación del presente proyecto hay cuatro cajas de strings a los que llegan **11** series de **17** módulos cada una.

#### **7.3.1.4 Inversores**

Los inversores transforman la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna.

Existirán cuatro inversores de 25 kw cada uno.

#### **7.3.1.5 Cuadro de Baja Tensión.**

Recibe los circuitos procedentes de los inversores, y en el se alojan las protecciones y equipos de medida para cada uno de los cuatro circuitos existentes, protegidos mediante un interruptor magnetotérmico de 63 AIV cada uno de ellos.

De este cuadro parte una única línea hasta el transformador, protegida mediante un interruptor magnetotérmico general de 250<sup>a</sup>

La instalación planteada es selectiva, es decir, cuando hay un defecto en la instalación la primera protección que salta es la que está inmediatamente por encima del punto donde se ha producido el fallo, y no las protecciones que esten aguas arriba de esta.

### **7.4. Red de tierra**

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, estructuras y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de defecto.

La red de tierras de la instalación consta de las puestas a tierra de las siguientes partes:

- Puesta a tierra del edificio.
- Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.
- Puesta a tierra del neutro del transformador.
- Puesta a tierra de herrajes de AT

Puesta a tierra del apoyo nº 388

Todas las tierras anteriormente mencionadas, se unirán en un embarrado, colocado dentro del CT, ya que se ha calculado que la resistencia total es de  $0,8 \Omega$ :

$$V = 0,8 \times I_{cc} = 0,8 \times 980 = 784V < 1000V$$

Por lo que no habrá peligro de tensiones peligrosas.

## **7.5. Sistema de neutro**

La instalación proyectada es de tipo TNS.

### **7.5.1 Esquema de distribución de neutro y masas.**

El sistema de distribución de neutro y masas a instalar es TNS (ITC-BT-08) con las siguientes características:

Se instalará en el Centro de Transformación una barra equipotencial a la que se conectarán las siguientes puestas en tierra:

- Neutro
- Herrajes
- Autoválvulas
- Baja tensión
- Apoyo nº 388

De la barra equipotencial saldrán dos conductores de  $95 \text{ mm}^2$  de sección uno irá al neutro del transformador y el otro al embarrado de protección del cuadro de Baja Tensión.

Para evitar sobretensiones respecto a tierra se instalará un limitador de sobretensión entre las fases y el neutro y el punto de puesta a tierra.

### **7.5.2 Conductores de protección**

Se instalará en cada canalización un conductor de protección de sección igual a la de la fase del circuito de mayor sección con un máximo de  $185 \text{ mm}^2$ . Dicho conductor deberá ir alojado al lado de las líneas generales de distribución de energía, para garantizar de esta manera que el retorno de las corrientes de cortocircuito por él estén muy cerca de los conductores activos minimizando en gran medida la inductancia.

### **7.5.3 Protección contra contactos indirectos en instalaciones TN.**

Se tiene que cumplir que si se produce en un lugar cualquiera un fallo, de impedancia despreciable, entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, el corte automático se efectúe en un tiempo igual, como máximo a 0,4 segundos según se indica en ITC-BT-24 (la tensión nominal entre fase y tierra es de 230 V).

Para cumplir las condiciones del párrafo anterior se realizará el cálculo de las corrientes de cortocircuito entre fase y conductor de protección y se regularán los relés magnéticos de los interruptores magnetotérmicos para que con esa corriente de cortocircuito disparen en la zona magnética. Si en algún caso esto no se puede garantizar se instalarán interruptores diferenciales.

## **8 Características de la instalación fotovoltaica**

### **8.1 El efecto fotovoltaico**

Básicamente el efecto fotovoltaico consiste en la transformación directa de la radiación (solar generalmente) en energía eléctrica, que con los dispositivos adecuados puede ser aprovechable.

Cuando un fotón de una determinada longitud de onda, con una carga energética determinada incide sobre un electrón de un material adecuado, puede hacer que un electrón de este material salte de su orbita quedando libre con una carga eléctrica negativa, generando a su vez un “hueco” que se comporta como una carga positiva.

El efecto fotovoltaico aprovechable se da en materiales semiconductores convenientemente tratados para conseguir que la energía cedida por el fotón incidente al electrón del semiconductor, no se transforme en calor inútil tras varios choques de este en su movimiento a través de la red atómica.

La clave para producir una corriente eléctrica útil está en lograr extraer los electrones liberados fuera del material antes de que estos vuelvan a recombinarse con los huecos. Una forma de conseguir esto es introducir el material semiconductor elementos químicos que contribuyan a producir un exceso de electrones y de huecos, es decir, se dopa al semiconductor. En el caso del silicio se dopa con boro que tiene un electrón de valencia menos que el silicio y, por tanto, crea un semiconductor de tipo P.

Otro dopante para el silicio es el fósforo que al contrario del boro tiene un electrón de valencia más que el Si creando un semiconductor de tipo N.

Si ambas regiones P y N, se disponen adyacentes una a la otra, algunos de los electrones libres de la región N pueden difundirse hasta la zona P, atravesando la frontera entre ambas y ocupando los electrones libres de la misma. Así, la zona inmediata a la frontera de separación queda ahora cargada negativamente en el semiconductor P y positivamente en el N. Se crea así una típica unión P-N en la cual el campo eléctrico creado como consecuencia del paso de las cargas antes mencionados establece una barrera de potencial que impide el proceso de paso de electrones continúe indefinidamente.

En estas condiciones si incide luz y los fotones comunican energía a los electrones del semiconductor, algunos de estos electrones pueden atravesar la barrera de potencial, siendo expulsados fuera del semiconductor a través de un circuito exterior; se produce una corriente eléctrica. Los electrones, tras recorrer el circuito externo, vuelven a entrar en semiconductor por la cara opuesta.

El material semiconductor en ningún momento almacena energía eléctrica, sino que la genera, o mejor dicho, transforma la energía radiante únicamente cuando esta incide sobre él.

No todos los fotones se comportan del mismo modo en la producción de electricidad por el efecto fotovoltaico. Unas frecuencias son más apropiadas que otras para producir el efecto según los tipos de materiales semiconductores utilizados.

La respuesta espectral es una medida de la eficiencia con que en un determinado dispositivo fotovoltaico se produce la conversión de energía luminosa a energía eléctrica para una determinada frecuencia de la luz incidente.

En una célula de silicio monocristalina dicha eficiencia de conversión sólo es significativa para longitudes de onda comprendidas entre 350 y 1100 nanómetros, con máximo alrededor de los 800 nanómetros. Otros materiales tienen una espectral diferente.

Como la luz solar que llega hasta la tierra está formada por una mezcla de fotones de frecuencia diferentes, dentro de un amplio rango, la eficiencia de conversión será la conjunción de la respuesta espectral para cada frecuencia, dando un resultado global para cada material utilizado.

La física predice una eficiencia máxima teórica para la célula de Si de un 23%, valor cercano al obtenido en el laboratorio, pero para las células comerciales no se supera el 18% actualmente.

Las limitaciones en el rendimiento de las células son debidas a dos tipos de causas:

- Propias del material:
  - Absorción de luz y generación de portadores.
  - Colección de corriente.
  - Rendimiento cuántico
  - Corriente de oscuridad
- Propias del diseño de la célula:
  - Reflexión de la célula.
  - Limitación de la superficie por la rejilla metálica.
  - Perdidas por efecto Joule
- Propias de la operativa de la célula:
  - Operación en el punto de máxima potencia
  - Factor de forma
  - Temperatura de funcionamiento
  - Intensidad de la iluminación

La minimización de todos estos efectos junto con el estudio de nuevos materiales y procesos de fabricación son los campos de trabajo que se siguen para conseguir que de la conjunción de tecnología y mercado, la energía solar fotovoltaica es realmente una energía alternativa y no solo complementaria.

## 8.2 CÉLULA fotovoltaica

El efecto fotovoltaico o conversión de energía de radiación óptima en energía eléctrica, se realiza a través de dispositivos fotovoltaicos de los cuales el más importante sin lugar a dudas es la célula fotovoltaica.

Inicialmente las aplicaciones que más han utilizado esta fuente de energía, han sido las espaciales, debido principalmente a que las células solares se contribuyen como fuentes casi permanentes de energía, sin coste de funcionamiento y casi nulo mantenimiento, además de proporcionar una altísima relación energía peso que las hace idóneas para esta aplicación a pesar de su alto coste inicial.

La investigación y el desarrollo para mejorar rendimientos y eficiencias en las células, junto con unos niveles de producción importantes que permite un abaratamiento considerables de las instalaciones además de los criterios ecológicos y medio ambientales, han hecho que las aplicaciones terrestres merezcan una atención creciente

Material de célula fotovoltaica

Los materiales típicamente utilizados en las células fotovoltaicas son:

- Silicio Monocristalino: de rendimiento energético hasta 15-17%
- Silicio Policristalino: de rendimiento energético hasta 12-14%
- Silicio Amorfo: con rendimiento energético menor del 10%
- Otros materiales: Arseniuro de galio, diseleniuro de indio y cobre, telurio de cadmio

Actualmente, el material más utilizado es el silicio monocristalino que presenta prestaciones y duración en el tiempo superiores acualquier otro material utilizado para el mismo fin.

### 8.2.1 Funcionamiento de la célula Solar

La célula solar como dispositivo fotovoltaico está formada por un material semiconductor en el cual se ha establecido una unión P-N que crea una diferencia de potencial.

Los fotones que constituyen la luz al incidir sobre el material semiconductor son capaces de transferir su energía a los electrones del semiconductor haciendo que rompan su enlace creando a su vez un hueco. Electrones y huecos se desplazan en sentidos opuestos creando una corriente eléctrica que es factible de ser aprovechada en un circuito exterior.

Las células solares convencionales más habituales están construidas con silicio dopado con boro (semiconductor N) sobre el que se difunde una capa de fósforo (semiconductor P). Se crea de esta forma una unión P-N que es muy superficial.

El conductor eléctrico en la cara iluminada, que será la difundida, debe de hacerse de tal forma que cubra la menor superficie posible para que penetre la luz en el semiconductor, pero proporcionando una baja resistencia eléctrica. La solución de

compromiso es utilizar contactos en forma de peine. El contacto en cara posterior, no iluminada, la cubre por completo.

Para aumentar el porcentaje de radiación absorbida, la cara iluminada se le pueden aplicar tratamientos que reduzcan la reflexión que para el caso de una superficie lisa de silicio se sitúa aproximadamente en 37%:

- Aplicar una capa antirreflexiva transparente de un espesor de una cuarta parte de la longitud de onda de la luz roja y un índice de refracción medio entre el del aire y el del silicio, que reduce la reflexión hasta un valor en torno al 1.5%

- Texturizar la superficie de la célula formando pirámides tetragonales, con lo que se consigue una doble incidencia del rayo luminoso y por tanto reducir la reflexión al 14%

- Con una combinación de ambos métodos se llega a reducir la reflexión a valores próximos al 2%

### Principio de funcionamiento de la célula solar fotovoltaica

Ya se ha visto anteriormente el principio del fenómeno fotovoltaico. Este fenómeno concretado en la célula fotovoltaica iluminada hace que esta se comporte como un generador de corriente de acuerdo a una serie de fenómenos:

- Los fotones que inciden en la célula con energía igual o superior al ancho de banda prohibida, se absorben generando pares electrón-hueco.

- El campo eléctrico de la unión P-N causa la separación y colección de portadores antes de su recombinación posibilitando la circulación de corriente eléctrica y evitando su disipación en calor.

- La diferencia de potencial en los terminales de la célula, produce fenómenos de inyección y recombinación de pares electrón-hueco.

- La corriente entregada es el resultado neto de dos componentes internas:

  - .Corriente generada por el fenómeno fotovoltaico o fotocorriente,  $I_L$ .

  - .Corriente diodo o de oscuridad debida a la recombinación,  $I_D$ .

Suponiendo que la célula se comporta de forma lineal a estas corrientes, hipótesis que en general de ajustan a la realidad y considerando positivas las corrientes de generación, tenemos que:

$$I = I_L - I_D(V)$$

Esta ecuación constituye la ecuación característica fundamental de la célula solar.

La generación de de corriente fotovoltaica está condicionada por varios factores que hacen que no toda la energía incidente de la radiación sea transformada en energía eléctrica, pudiendo distinguir las siguientes pérdidas:

-Perdidas de no absorción. Debidas a que no todos los fotones tienen energía suficiente para crear un par electrón-hueco.

-Perdidas de transmisión. Debido a que la transmitancia de un material es siempre mayor de 0, existen fotones que atraviesan el material sin generar pares electrón-hueco.

-Perdidas de reflexión. Debidas a la reflexión de la radiación producida en la superficie de la célula.

La corriente teórica generada teniendo en cuenta las perdidas señaladas, no es todavía la corriente útil generada por el dispositivo, se deben tener en cuenta todavía varios rendimientos:

-Rendimiento o eficiencia de colección. Justificada porque no todos los pares electrón-hueco se incorporan a la corriente externa sino que una parte se recombina antes de llegar a circuito externo. Es dependiente de varios factores como propiedades eléctricas y óptimas del material, de la estructura de la célula, de la zona que se considere (fenómeno de difusión y de arrastre de portadores).

-Rendimiento cuántico. Representa el nº de electrones extraídos por cada fotón incidente y en muchos casos prácticos toma valores muy próximos a la unidad.

La corriente de oscuridad, dependiendo del voltaje aplicado en los terminales de la célula es la habitual de un diodo de unión P-N y se rige por las mismas leyes.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, podemos escribir la ecuación característica de la célula solar como:

$$I = I_L - I_0(\exp(eV/kT) - 1)$$

A partir de esta ecuación y adoptando el convenio de signos que consideran positivas las corrientes de generación, (contrario al habitualmente utilizado en los cortocircuitos electrónicos con diodos), se obtienen las curvas características de la células.

En una aplicación práctica conviene sustituir la célula por un circuito equivalente con cinco parámetros:  $I_L$ =fotocorriente;  $R_S$ =resistencia serie;  $R_p$ =resistencia en paralelo y  $V$  e  $I$  tensión y corriente respectivamente. Por otro lado si:  $I_0$ = corriente inversa de saturación o corriente de oscuridad y  $V_T = kT/e$  ( $1 < m < 2$ ; para  $m=1$  y  $T=300$  K,  $V_T=25$  mV).

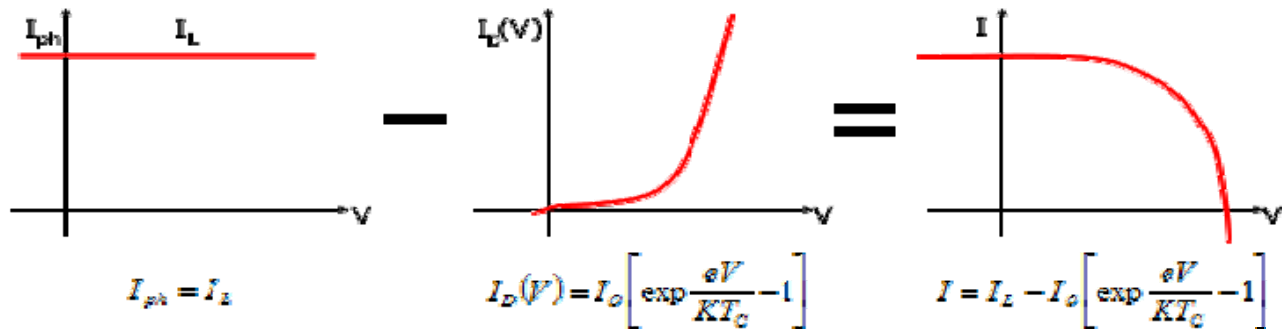
La siguiente ecuación representa todos los pares de valores ( $I/V$ ) en que puede trabajar una célula fotovoltaica.

$$I = I_L - I_0 \left[ \exp \frac{e(V + IR_S)}{KT} - 1 \right] - \frac{V + IR_S}{R_F}$$

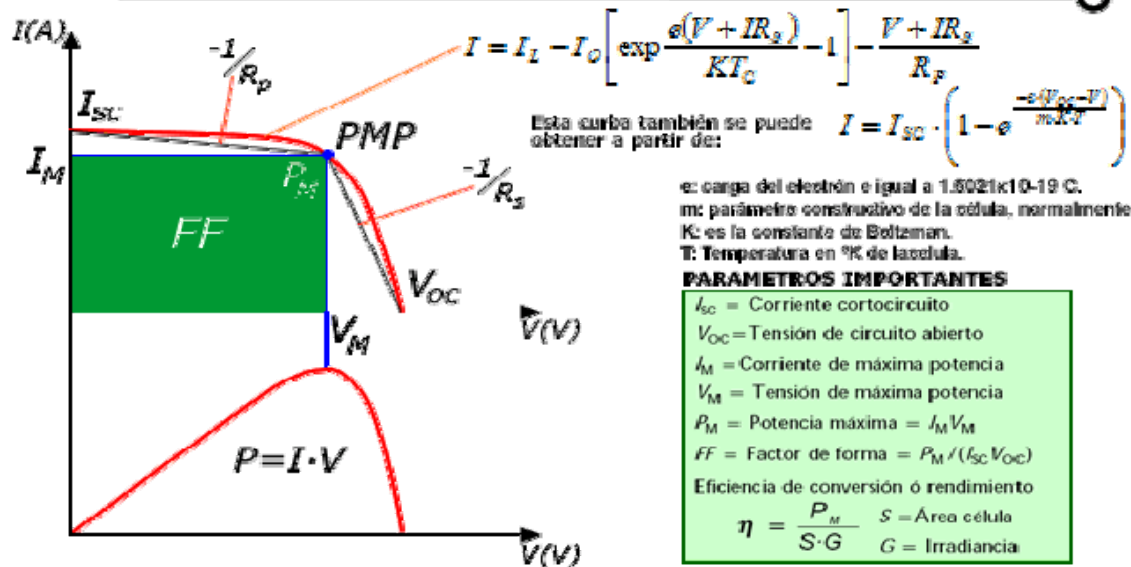
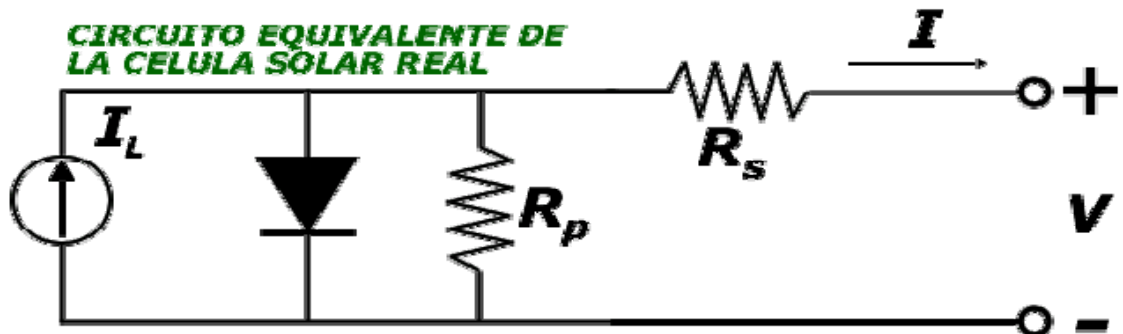
También se puede expresar con:

$$I = I_{sc} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{e(V_{oc}-V)}{mKT}} \right)$$

### CARACTERÍSTICA I-V DE ILUMINACIÓN



### CIRCUITO EQUIVALENTE DE LA CELULA SOLAR REAL



Circuito equivalente



### 8.3 Modulo fotovoltaico.

Transforman la energía solar en energía eléctrica de corriente continua.

Serán de, silicio monocristalino, de la marca **SUNTECH** o similar, con marcado CE.

Serán de una potencia de 180 W

Los módulos tendrán un rendimiento mínimo del **13,41 %**.

Los paneles son fijos, sin seguimiento, se colocarán en sentido horizontal, dos filas de paneles sobre cada estructura., se colocarán formando un ángulo de **10°** sobre la horizontal, y siguiendo la pendiente de la cubierta, lo que implica que el conjunto estará girado **18°** hacia el oeste, con respecto al sur.

Se colocarán un total de 748 paneles.

Se unirán en serie – paralelo en cuatro grupos hasta conseguir la tensión y la potencia del inversor.

#### Características del módulo

- Voltaje de circuito abierto: 44,8 V
- Voltaje de máxima potencia: 36,0 V
- Corriente de cortocircuito: 5,29 A
- Corriente de máxima potencia: 5,0 A
- N° de células: 72 (6x12)
- Dimensiones: 1580x808x35
- Peso: 15,5 kg.

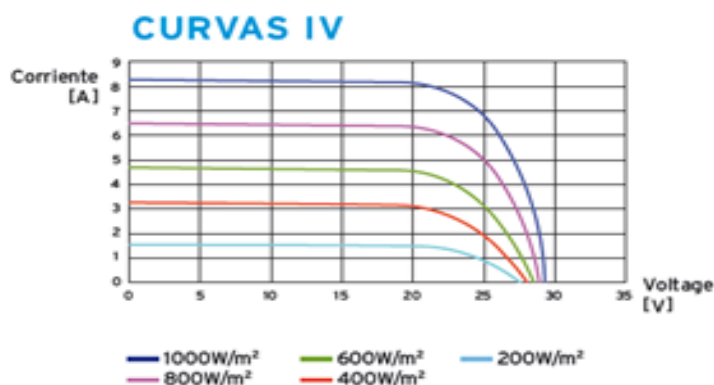
La potencia pico es 180W en condiciones estandar de medida,STC:

- Radiación solar =1000 w/m<sup>2</sup>
- Temperatura de módulo=25°C
- Espectro de la irradiancia normalizado a AM 1,5G (masa de aire 1,5 global)

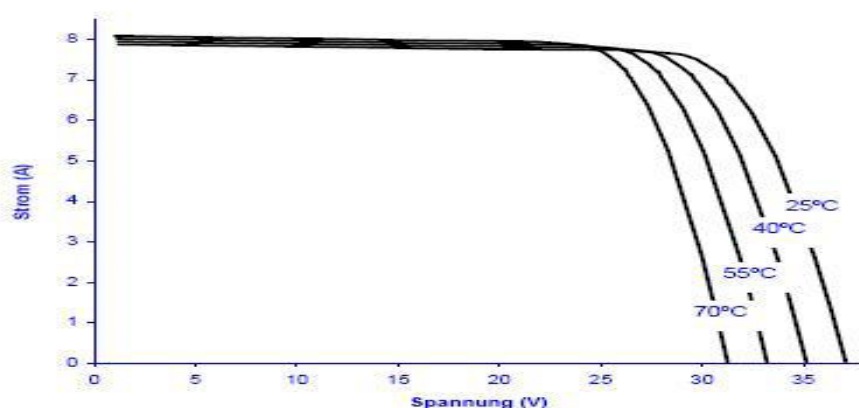
Estas condiciones son ideales o de “pico”

Por otro lado, los datos del punto de potencia máxima se usan para diseñar el circuito en condiciones nominales, aunque no conviene olvidar que los paneles pueden operar en un rango de tensiones que viene dado por su curva de operación.



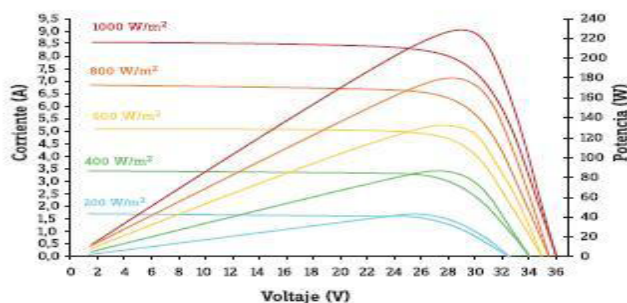


SLK60M6L-230Wp  
I/U-Kennlinie bei 1000W/m²



Vemos que en realidad tenemos varias curvas en función de la temperatura. Esto se debe a que el rendimiento de los paneles disminuye cuando aumenta la temperatura. Dicho factor se tendrá en cuenta en el cálculo energético, a la hora de estimar la producción anual de nuestra instalación. Por otro lado, es lógico pensar que la potencia producida máxima, producto de tensión y corriente, se dará en la esquina de la curva, en la parte superior derecha. El encargado de asegurarse que los paneles trabajan en su punto de máxima potencia será el inversor.

Aunque las curvas anteriores están calculadas para una irradiancia de 1000 W/m², existen tantas curvas de operación como valores de irradiancia se pueden dar. A grandes rasgos, la corriente y por tanto la potencia varían linealmente con ese parámetro, mientras que la disminuye con el aumento de temperatura, aproximadamente un 4% por cada 10°C de incremento en la temperatura.



#### 8.4 Estructura de montaje.

Los paneles se colocarán sobre una estructura de aluminio y tortillería de acero inoxidable A2 anclada a la estructura de la nave, marca **EXTRUSUN serie ECT-O**

Los módulos se instalarán de manera óptima para aprovechar la máxima radiación solar, que para la latitud de estudio, es de 10° de inclinación sobre la horizontal y 18° de desviación respecto al sur. Esto supone que levantarán **26.8cm** en los paneles que se encuentran en la cara sur-oeste de la cubierta **46.4cm** en los que se encuentran en la cara opuesta

El diseño de la estructura se hará en función de las dimensiones del panel y de la disposición del mismo. Los paneles se unirán a la estructura de montaje mediante pinzas.

Peso aproximado de la estructura con tortillería: 3,86 kg/ml

Cumple con el CTE (EUROCODE) 130 KN/m<sup>2</sup> nieve y 130 km/h viento.

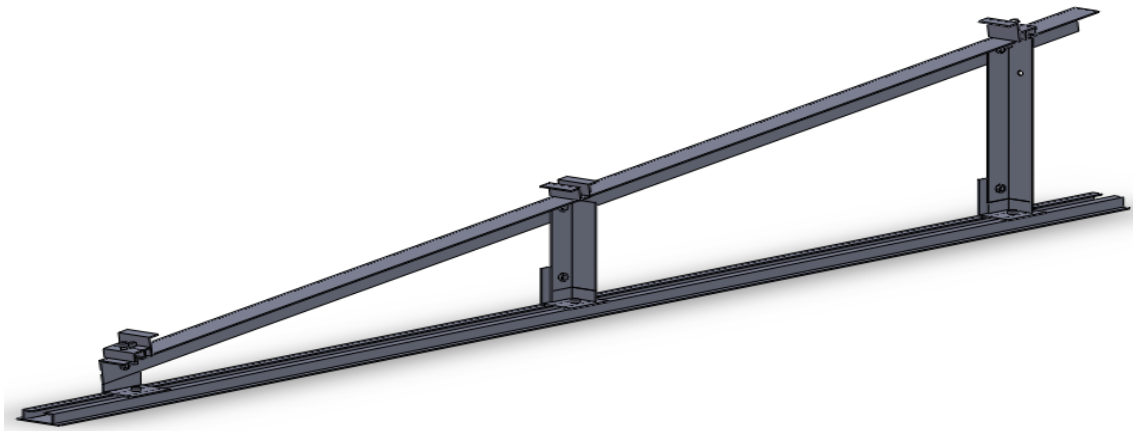
Ventajas constructivas:

- Se adapta a todo tipo de cubierta
- Posibilidad de modificación en obra de las barras sin afectar a las propiedades anticorrosión de los materiales
- Gran ligereza
- Adaptable a cualquier tipo de panel, hasta 1700 x 1100 mm
- Colocación de 1 módulo en vertical o 2 en horizontal
- Diseño a medida de obra en instalación
- Adaptable a modificación eventuales de la obra
- Garantía de material de 25 años.

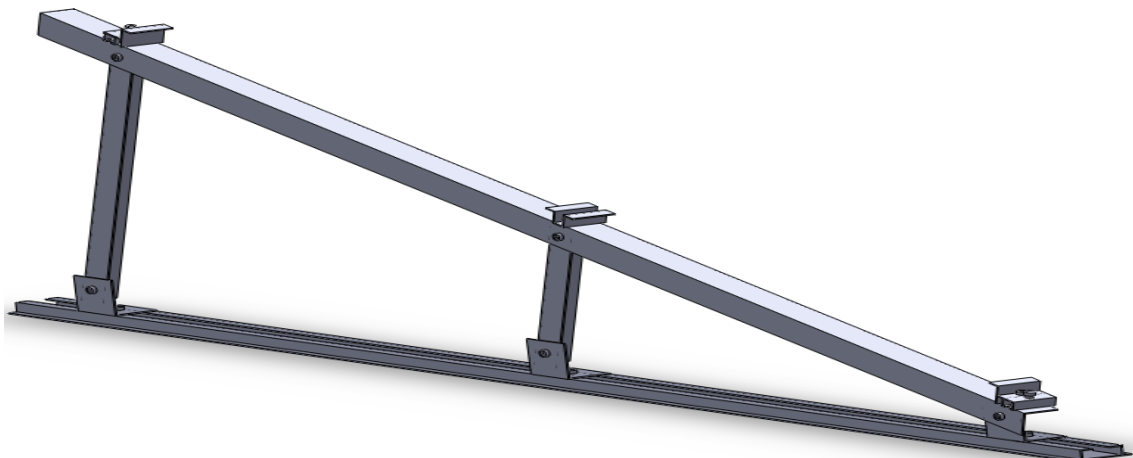
Tipo de perfiles	Aluminio extruido 1ª fusión. Aleación 6063-T5
Densidad del aluminio	2,35 gr/cm <sup>3</sup>
Tortillería	Acero inoxidable (A2).
Peso aprox. con tortillería	3,86 Kg/ml

Carga de viento	Q <sub>e</sub> =2,6 KN/m <sup>2</sup> (zona eólica peninsular mas desfavorable). Vel Ref. 130 Km/h, zona industrial h=30m
Carga de nieve	1,2 kN/m <sup>2</sup> (120 Kg/m <sup>2</sup> ), emplazamientos topográficos situados entre 0 y 1000 m. de altitud por coef. de mayoración para zona más desfavorable del territorio nacional.

Estructura cara sur-oeste de la cubierta, **10°** sobre la horizontal, la altura del módulo respecto a la cubierta es de **26.8cm**



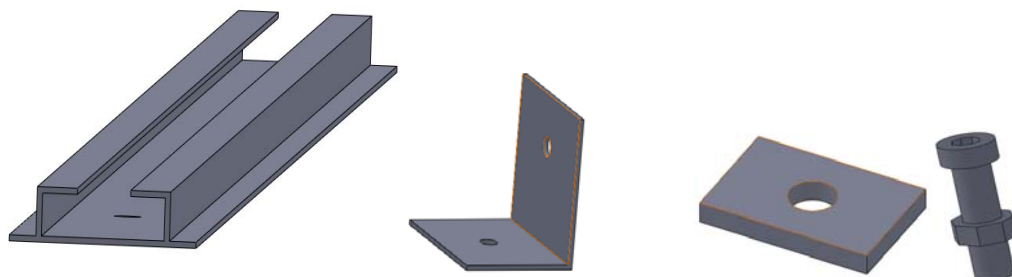
Estructura de la cara opuesta de la cubierta, **10°** sobre la horizontal, altura del módulo respecto a la cubierta es de **46.4 cm**



Amarre final y amarre omega para la sujeción del módulo fotovoltaico a la estructura



Guia plana, pieza L, chapa para sujeción, tornillo allen métrica 8mm y tuerca



#### 8.4.1 Orientación e inclinación

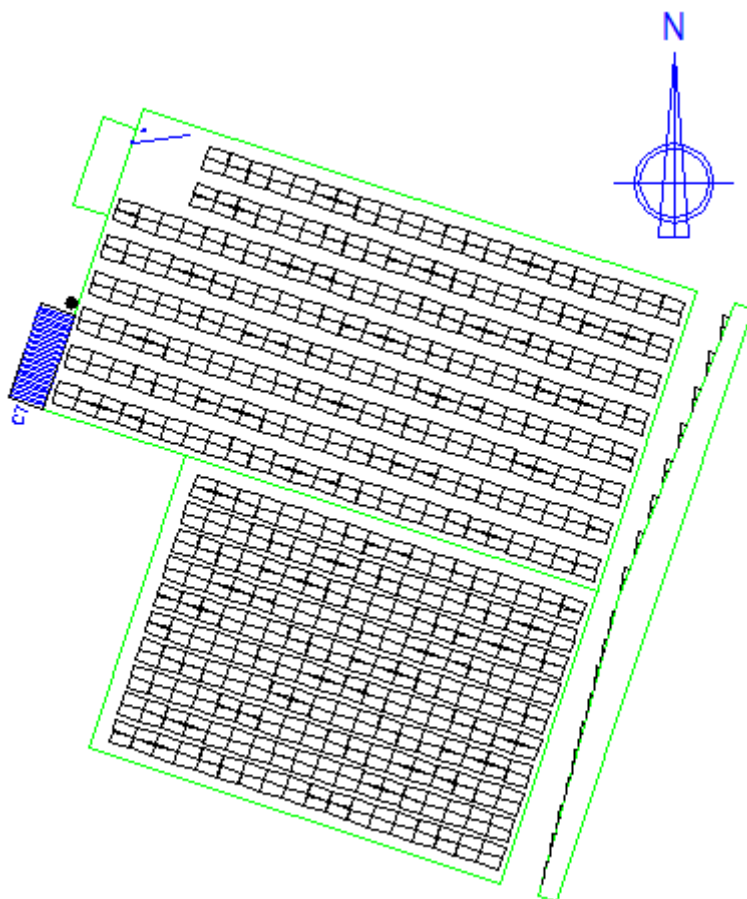
Es muy importante la correcta orientación de los paneles ya que de ello depende la mayor o menor generación de energía eléctrica.

Se deben tener en cuenta dos datos para su correcta instalación:

- $\alpha$ : Ángulo de azimut. Ángulo formado por la proyección del sol sobre el plano horizontal. Con dirección Sur  $0^\circ$ , con dirección este a  $-90^\circ$  y con dirección oeste a  $90^\circ$ . En nuestro caso la nave en la que vamos a colocar la instalación fotovoltaica en Pradejón está orientada  $18^\circ$  al oeste respecto al Sur.
- $\beta$ : Ángulo de inclinación. El que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal,  $0^\circ$  para módulos horizontales, y  $90^\circ$  para módulos verticales.

La localización de España está en el hemisferio norte, por lo que tanto su ángulo de azimut será hacia el Sur geográfico  $18^\circ$  menos en relación con el Sur magnético. Solo en el caso de tener obstáculos y no poder orientarlos en esa dirección, se situará hacia el este.

En nuestro caso el ángulo de inclinación  $\beta = 10^\circ$  sobre la horizontal y un ángulo de azimut  $\alpha = 18^\circ$  al Oeste respecto al sur.



## 8.5 Caja de String

Las cajas de strings son las cajas en las que se conecta en paralelo las cadenas de paneles solares conectados entre sí en serie (strings).

Contiene los fusibles y el interruptor general de corte en carga.

Para nuestra instalación necesito **4 cajas de string**, cada una recibirá 11 circuitos en paralelo de 17 módulos en serie cada circuito.

Características generales

- Medida electrónica de las corrientes de cada string del generados fotovoltaico.
- Detección de corrientes de string defectuosas.
- Protección de cada string mediante fusible
- Protección IP65 para instalación a la intemperie
- Fácil montaje
- Recomendado para inversores trifásicos
- Monitorización de corrientes de string vía RS-485
- Información de corrientes de string integrada en el programa de monitorización
- Posibilidad de mandar SMS de alarma con las corrientes defectuosas
- Descargadores de sobretensión de DC opcionales
- Seccionador de DC opcional

## Características Técnicas

Máximo número de Strings conectables	16
Máximo número de canales medibles	16
Máxima corriente por string	10 A <sub>dc</sub>
Máxima corriente total	160 A <sub>dc</sub>
Número de fusibles de protección	16
Máxima tensión	900 V <sub>dc</sub>
Conectores de entrada	MC Ø4mm ó PG M12 (Ø3,5 a Ø7mm)
Conectores de salida	PG M25 (hasta 70 mm <sup>2</sup> )
Conexión de comunicaciones	RS-485 ó Módem GSM / GPRS
Temperatura ambiente	de -10°C a +65°C
Grado de protección	IP65



## 8.6 Inversores

El inversor es una pieza fundamental en la instalación eléctrica fotovoltaica, ya que permite la conversión de energía generada por los paneles fotovoltaicos de corriente continua a corriente alterna, así como su adecuación a la tensión y frecuencia de la red. El inversor a utilizar es el modelo **Ingecon Sun 25** de la marca Ingetean, de 25Kw



Las funciones de los inversores son: inversión **DC/AC**, modulación de la onda alterna de salida y regulación del factor eficaz de la tensión de salida. También se encargan de seguir el punto de máxima potencia de los módulos fotovoltaicos, optimizando la producción.

Los inversores más comunes pueden ser monofásicos o trifásicos a 50 Hz, con diferentes voltajes nominales de entrada y un alto rango de potencias disponibles. Los más avanzados son los denominados de onda senoidal (como el usado en este caso), que tiene un cuidadoso filtrado de la señal generada, y son aptos para verter la energía a red. Esto se debe a que el inversor ha de operar dentro de unos márgenes de tensión y frecuencia de salida determinados, así como no producir dispersión armónica de la onda de tensión de la red. En cuanto a la distorsión armónica de la onda de corriente

inyectada a la red, ha de cumplir con la normativa vigente que requiere una distorsión armónica de la onda de tensión del 2%. Esto se cumple fácilmente cuando se trabaja por encima del 20% de la potencia del inversor. Otros requerimientos se refieren al aislamiento galvánico entre la red y la instalación fotovoltaica( conseguido generalmente mediante la utilización de transformadores de alta frecuencia) o a la necesaria de impedir que se inyecte corriente continua a la red, que causaría numerosos problemas.

La gama de inversores Ingecon está diseñada específicamente para aplicaciones de conversión a red a partir de un generador fotovoltaico. Su facilidad de utilización, nulo mantenimiento y bajo nivel de sonoro los hace muy adecuados tanto en entornos domésticos como industriales. Este inversor dispone un sistema de control que le permite un funcionamiento completamente automatizado. Durante los periodos nocturnos el inversor permanece parado vigilando los valores de tensión de la red y del generador fotovoltaico. Al amanecer, la tensión del generador aumenta, lo que pone en funcionamiento el inversor, que comienza a inyectar corriente en la red.

Están protegidos frente a situaciones como:

- Situaciones anómalas en la red eléctrica
- Frecuencia de la red fuera de los límites de trabajo
- Temperatura del inversor elevada
- Tensión del generador fotovoltaico baja.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente
- Polarización inversa
- Sobretensiones transitorias en entrada y salida
- Cortocircuito y sobrecargas en salida
- Fallos de aislamiento
- Protección anti-isla

**Amplio rango de tensión** de entrada. Máxima de **hasta 900 Vdc**.

Sistema avanzado de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Conectores rápidos DC.

**Muy baja distorsión armónica (THD)** del 3%.

Posibilidad de **conexión en paralelo** sin limitación.

**Protecciones eléctricas** integradas.

Vigilancia Anti-Isla con desconexión automática.

**Posibilidad de desconexión manual de la Red.**

**Pantalla LCD de 2 x 16 caracteres y teclado** para monitorización en el frontal del equipo.

Fácil instalación.

Grado de protección **IP20**.

**Protección** contra polarizaciones inversas, sobretensiones, cortocircuitos, fallo de aislamiento.

Certificado CE. Directivas EMC y Baja Tensión.



**Datalogger interno para almacenamiento de datos.**

Vida útil de **más de 20 años.**

**Garantía de 5 años** ampliable hasta 25.

Las protecciones específicas del inversor más importantes son:

- Interruptor automático de la interconexión: encargado de la conexión o desconexión automática de la instalación en caso de pérdida de tensión o de la frecuencia de la red.
- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia, y de máxima y mínima tensión
- Rearme del sistema de conmutación: rearme de la conexión con la red de baja tensión una vez restablecidos los parámetros de requeridos por parte de la empresa distribuidora. EL estado del contactor deberá señalizarse con claredad en el frontal del equipo y podrá ser activado manualmente

Se instalarán cuatro inversores con una potencia de 25 kW cada uno.

Serán de las siguientes características:

Entrada corriente continua

- Rango de tensión MPP: 405 V – 750 V
- Máxima tensión: 900 V
- Máxima corriente: 71 A

Salida corriente alterna

- Potencia nominal: 25 kW
- Potencia máxima: 27,5 kW
- Tensión, frecuencia nominal: 3x400 Vac, 50/60 Hz.

Se instalarán los inversores alojados en el nuevo edificio del centro de transformación a ejecutar, en local específico para tal fin.

# **ANEXOS**

# **ANEXO I: MEMORIA AMBIENTAL**

## **1 Objetivo Memoria ambiental**

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 62/2006 de 10 de noviembre por el que se aprueba el reglamento de Desarrollo del título 1 “intervención administrativa” de la Ley 5/2002 de 8 de octubre, de protección del Medio Ambiente de La Rioja se pasa a describir los aspectos mas significativos desde el punto de vista ambiental que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar la instalación solar en termino municipal de Pradejón (La Rioja).

## **2 Justificación de la instalación**

Dada la creciente demanda de energía eléctrica y la limitación en cuanto a recursos existentes, se considera que cualquier contribución para la generación de energía sin consumo de recursos, sin la emisión de gases contaminantes y generación de residuos contribuye un bien tanto social como medioambiental.

## **3 Características de la instalación**

Se trata de una instalación solar fotovoltaica para conexión a la Red de Distribución, ubicada en la cubierta de una nave industrial agrícola en el polígono 17, parcela 80 de Pradejón.

La instalación está compuesta por un conjunto de paneles solares que generan electricidad a partir de la radiación solar. Al incidir la radiación solar sobre los módulos fotovoltaicos, se genera una corriente eléctrica, que se transporta a través del correspondiente cableado eléctrico hasta un grupo de inversores que transforman la corriente continua generada por los módulos en corriente alterna, para a continuación conducir dicha corriente alterna a 400V hasta el transformador para transformarla en corriente alterna a 13200V. Todo para la entrega de final de la energía a la propietaria de la red general, IBERDROLA S.A:U. en las condiciones fijadas por dicha compañía.

Las características de técnicas más relevantes de la instalación son las siguientes:

- Número de módulos fotovoltaicos: 748
- Superficie ocupada: 1575 m<sup>2</sup>
- Altura del edificio en cumbrera: 5.6m
- Descripción de la nave: Nave en planta baja con cubierta a dos aguas, con una pendiente del 6%.
- Altura de los módulos respecto a cubierta es 26.8cm en los paneles que se encuentran en la cara sur-oeste de la cubierta, y 46.4cm en los que se encuentran sobre la cara opuesta.
- Edificio prefabricado adosado a la nave existente para alojar inversores y transformador. Dimensiones 7m de largo por 2.5m de ancho por 2.75m de altura.

- Apoyos de media tensión: serán metálicos, constituidos por perfiles angulares de lados iguales, de acero galvanizado y organizados en forma de celosía. las fijaciones de los apoyos al terreno se realizarán mediante cimentaciones de hormigón.
- Torre de 14m en parcela 80 polígono 17 en parcela 80 polígono 17
- Torre de 20m en parcela 64 polígono 17 propiedad de IBERDROLA S.A.U Sustituyendo a la existente.
- Tendido aéreo entre torres 20m

#### **4 Informe de situación del suelo ocupado**

Como se ha comentado anteriormente, la instalación solar fotovoltaica estará ubicada en la cubierta de una nave industrial agrícola, dentro de suelo No Urbanizable Genérico. Existirá un pequeño edificio que se colocará anexo a la nave existente, donde se instalarán los equipos inversores, el transformador y demás protecciones eléctricas exigidas por la normativa actual vigente. El edificio será prefabricado sin la necesidad de más obra civil que la excavación necesaria para el asentamiento del mismo en el terreno.

En este proyecto el movimiento de tierras asociados a la ejecución de la instalación se reduce a una zanja de 12m de longitud en la parcela 80 del polígono 17, para canalizaciones eléctricas, así como dos pozos para la cimentación de las torres de media tensión a colocar de 1.28x1.28x2.29m<sup>3</sup> y 1.08x1.08x2.10m<sup>3</sup> respectivamente, ambas en parcelas privadas.

#### **5 Incidencias en el medio ambiente**

##### **5.1 Desarrollo del medio Físico**

El clima general de la zona es de tipo mediterráneo continental, con veranos calurosos, sequías frecuentes, precipitaciones escasas e irregulares y acusada sequía estival.

Las coordenadas geográficas de la localidad son

Latitud: 42° 19' 47" N

Longitud: 2° 4' 11" W

Altitud: 361m

Desde el punto de vista geológico, la parte más importante en cuanto a dimensiones de la instalación son los paneles, que se colocarán sobre la cubierta de una nave industrial avícola en suelo No Urbanizable Genérico. Por lo que se considera que no existen afecciones ambientales al terreno.

En cuanto a los apoyos a instalar ocupan una superficie tan reducida que tanto su instalación como su presencia no suponen una gran afección al terreno.

En cuanto a la vegetación, flora y fauna, también se consideran que no se ven afectadas de ningún modo, debido al escaso volumen de obra a realizar sobre el suelo.

## 5.2 Análisis de dimensiones y residuos contaminantes

La generación de energía eléctrica mediante energía solar fotovoltaica, según el proceso descrito anteriormente, se realiza sin la emisión de gases contaminantes y generación de residuos.

Al carecer la instalación de partes móviles, no existen mecanismos en la instalación que necesiten engrase u otras actuaciones que generen residuos contaminantes.

La máquina del transformador es una máquina que lleva aceite para aislamiento eléctrico y enfriamiento. Dicho aceite no requiere labores de mantenimiento que implique fugas en su manipulación ni la generación de residuos, no obstante por si se produjese algún fallo en la máquina, en local donde se aloja esta se ha colocado una cubeta para la recogida de aceite evitando así una posible contaminación del medio. En el remoto caso de que esto pasase el aceite recogido sería retirado por gestor autorizado para su traslado.

## 5.3 Análisis de molestias a los habitantes de localidades próximas

La instalación solar fotovoltaica no genera ningún ruido, vibración, olor o molestia a los habitantes de la localidad más cercana, ni a los propios usuarios de la nave.

## 5.4 Análisis de afecciones socio-económicas

La ejecución de la instalación tiene importancia desde el punto de vista social y de las repercusiones que comporta, debido tanto a la creación de puestos de trabajo directos como los indirectos que se derivan del volumen de suministros contratados.

Se trata pues de un impacto positivo.

## 5.3 Medidas correctoras

El proyecto en su diseño específico, forma de ejecución de los trabajos y plan de obra, incorpora numerosas medidas que minimizan e incluso llegan a eliminar impactos.

Se citan a continuación las medidas preventivas y cautelares a tener en cuenta durante la realización de las obras, muchas de ellas ya han sido citadas anteriormente:

Se utilizarán las infraestructuras existentes en el medio, como caminos y viales.  
No es necesario la ejecución de accesos nuevos.

Todas las ocupaciones relativas a la obra (elementos de producción de energía,

accesos, aparcamientos temporales, casetas, acopios, etc ) se realizarán dentro de la propiedad particular. Se minimizará en todo momento la ocupación de terreno natural

Antes de iniciar la obra se replantearán si fuese necesario, las posibles instalaciones auxiliares de la obra fuera de la parcela señaladas.

Se evitará arrojar y/o abandonar cualquier tipo de desecho (restos de obra, basuras, etc ) en el lugar de la obra. Se habilitarán puntos de recogida de basura para depósito de los restos, que deberán de ser transportados y vertidos a los lugares autorizados.

De manera particular se evitarán los vertidos de aceites lubricantes y cualquier otro producto tóxico procedente de la maquinaria o de las instalaciones. Cualquier operación de mantenimiento de los vehículos y equipos se realizará de forma que se recojan los productos tóxicos en contenedores adecuados para su posterior entrega a los gestores autorizados.

## **6 Análisis de impacto visual**

La altura del edificio donde se instalan los módulos solares fotovoltaicos es de 5.6m.

Los módulos se instalarán de manera optima para aprovechar la máxima radiación solar, que para la latitud de estudio, es de 10° de inclinación respecto a la horizontal y 18° de desviación respecto al sur. Esto supone que levantan 26.4cm en los paneles que se encuentran en la cara sur.oeste de la cubierta y 46.4cm en los que se encuentran en la cara opuesta.

Según lo anterior descrito, los paneles prácticamente no sobresalen de la cubierta del edificio.

El impacto visual que producen los apoyos de media tensión se pueden considerar despreciables, ya que por una parte la torre de 20m se coloca en sustitución de otra existente, con lo cual no se modifica el paisaje, en cuanto a la otra torre, puesto que la zona en estudio es un área con ausencia de elevaciones reseñables, se prevé que la afección paisajística sea despreciable puesto que además hay que tener en cuenta otros elementos similares de la zona que contribuyen a la homogeneización del entorno.

La nave está a suficiente distancia de la carretera asfaltada más próxima como para que los vidrios de los módulos que pudieran causar reflejos o deslumbramientos a los conductores.

## **7 Conclusión**

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente descrito, y el origen de la energía generada por la instalación objeto de este estudio, podemos concluir que IMPACTO AMBIENTAL ES NULO.

## **ANEXO II:**

# **PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA**



## **Objetivo**

El objeto de este documento es definir las medidas que es necesario adoptar para la protección de la avifauna y la electrocución de en líneas eléctricas de alta tensión según el Real Decreto 1432/2009 de 29 de agosto para el proyecto de obra civil: "Instalación solar fotovoltaica en la cubierta de una nave industrial agrícola en la Parcela 80, Polígono 17, de Pradejón (La Rioja)".

## **Medidas adoptadas**

La instalación fotovoltaica se va a instalar sobre la cubierta de una nave existente en la parcela 80, Polígono 17, en el término de Majavaca, en Pradejón (La Rioja). Dicha parcela se encuentra dentro de los límites del suelo clasificado como no urbanizable genérico, dentro de la categoría de zona agropecuaria tal y como se recogen en las Normas Urbanísticas del Plan General Municipal de Pradejón.

Además de la instalación fotovoltaica propiamente dicha el proyecto define la ejecución de una línea eléctrica para la entrega final de la energía producida a la propiedad de la red general, IBERDROLA S.A.U.

La evacuación de la energía desde el centro de transformación se realizará mediante una línea enterrada de media tensión que unirá dicho el centro de transformación a ejecutar en la parcela con una torre C-2000 de 14m de altura con armado rc2-15/5 (apoyo nº388) en la que se colocará un juego de fusibles XS.

La nueva torre se unirá mediante una línea aérea con el apoyo nº 622 de la "Circunvalación Norte" (actualmente en Pradejón) de la S.T.R. Pradejón de 13.2Kv propiedad de IBERDROLA S.A.U. para exportar la energía.

El actual apoyo 622, existente es necesario sustituirlo por uno nuevo RC-2000-20 con armado y cruceta de derivación RC2-15/5.

Dado que el proyecto define el cambio de un apoyo existente (nº 622 ), el levantamiento de un nuevo apoyo (nº 388 ) y el tendido de una línea aérea de 20m de longitud entre ellos hay que tener e cuenta las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, descritas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto.

En este decreto de aplicación en líneas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección. Se entiende como zonas de protección los siguientes:

- Zonas de Especial Protección para aves (ZEPA), de acuerdo con los artículos 43 y 44 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Áreas incluidas en los planes de recuperación y conservación; reproducción, alimentación, dispersión, y concentración local, para las especies de aves incluidas en el Catalogo Español de Especies Amenazadas dentro del ambito territorial.

El término municipal de Pradejón, en torno al casco urbano, está fuera del ámbito de aplicación del Real Decreto, tal y como se demuestra en los planos, por lo que no sería necesario tomar ninguna medida especial de protección.

No obstante y teniendo en cuenta el decreto 32/1998, de 30 de abril por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna los nuevos apoyos a ejecutar tendrán las siguientes características:

- La nueva línea eléctrica lleva en ambos postes cadenas de amarre de tres aisladores composite y grapas de amarre GA-1, y cadenas de suspensión con dos aisladores composite.
- No se ejecutará puentes por encima de las cabeceras de los apoyos.
- El apoyo nº 388 llevará un juego de fusibles XS a colocar sobre el soporte del mismo por debajo de la cabecera, que incluye aislamiento en los puentes y barras mediante cinta OLIT.
- La distancia entre los conductores no aislados es de 1.5m.
- Las distancias mínimas de seguridad entre los conductores y las zonas de posada sobre las crucetas o cabeceras de los apoyos será igual o superior a 0.7m.

En el presupuesto, en el capítulo referente a la línea aérea del proyecto, se verifica lo anterior dicho.

En cuanto a los salvapajaros o señalizadores visuales contra la colisión, ni la ubicación de la línea, ni la longitud de la misma, ni su diámetro (superior a 20mm) hacen necesaria su colocación.

## **ANEXO III:**

# **JUSTIFICACIÓN DE SUELOS** **CONTAMINADOS**

La instalación fotovoltaica objeto de este proyecto tiene una ocupación del suelo prácticamente nula, ya que el mayor porcentaje de la instalación se va a ejecutar en la cubierta de una nave industrial existente. La superficie ocupada por la cimentación de los apoyos de media tensión, la canalización eléctrica de (12m ), y el edificio para el CT e inversores es mínima. La nave sobre la que se va a implantar la instalación fotovoltaica está ubicada en la parcela 80, polígono 17, término de “Majavacas” de Pradejón. El suelo en la actual Normativa Urbanística de la localidad está calificado como Suelo No Urbanizable Genérico, Zona Agropecuaria.

La actividad que se viene desarrollando en esta nave desde 1999 (el proyecto de ejecución se realizó en fecha abril de 1998), es el cultivo del champiñón.

El cultivo del champiñón tiene lugar sobre estanterías modulares de tres niveles de altura sobre la que se extiende el sustrato o composta en el que se desarrollan los champiñones en unas condiciones de ventilación, temperatura y humedad adecuada para ello. Las condiciones ambientales interiores se controlan mediante el sistema de ventilación y climatización instalado en la nave.

Una vez agotado el composta, este se recoge en un contenedor de residuos dispuesto a tal efecto por la Comunidad Autónoma de La Rioja en Pradejón.

Los plásticos embalajes ...etc se recogen y se llevan hasta los contenedores de RSU instalados en el casco urbano para su posterior retirada por el Servicio de Recogida de RSU de Pradejón.

Las aguas residuales del proceso de cultivo, agua de riego y agua para el lavado de locales y maquinaria quedan embebidas en los cultivos, el cerramiento de la nave y en la solera. No obstante, para evitar salida de agua al exterior hay unas canaletas de recogida que evacúan las aguas sobrantes a la fosa séptica existente. A dichas rejillas iría a parar también, si se da el caso, restos de hipoclorito de sodio y amonio cuaternario de utilizados en la desinfección de las estanterías, aunque esto último raramente se puede producir, ya que la operación de desinfección se ejecuta mediante una pulverización controlada.

Las aguas fecales procedentes de los servicios son conducidas a la fosa séptica.

Los lodos de la fosa séptica se evacúan como abono orgánico.

Las aguas pluviales procedentes de la cubierta son recogidas en una red independiente y evacuadas al barranco próximo.

La nave es una nave aislada y el terreno circundante está urbanizado mediante solera de hormigón.

Con lo descrito anteriormente queda demostrado que ni por las características de la actividad, ni por el proceso de gestión de los residuos generados el suelo está contaminado.

## **DOCUMENTO:**

# **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA**

Durante la ejecución de la instalación fotovoltaica se prevén los siguientes trabajos:

- Montaje de estructura de aluminio, anclada ala estructura de la nave como soporte de los módulos fotovoltaicos .
- Montaje de los paneles solares.
- Implantación de edificio de hormigón prefabricado para alojar inversores y transformador. Demolición de solera y excavación de tierras superficiales para asentamiento del edificio.
- Instalación eléctrica. Cableado y protecciones.
- Canalización de la línea eléctrica. Zanja (12m ) y arquetas: Demolición de la solera y movimiento de tierras procedentes de la excavación de la zanja.
- Cimentación de torres de media tensión: Se van a levantar dos nuevas torres cuya cimentación requiere la ejecución de dos pozos.
- Tendido de línea aérea. (20m )
- Desmantelamiento del apoyo existente.

Los residuos generados durante la obra son los siguientes:

A) Residuos de la construcción y demolición: hormigón de la solera existente y del poste de media tensión también existente, y las tierras procedentes de la excavación de pozo y zanja.

Todos estos materiales están incluidos en el epigrafe 17 de la Lista Europea de Residuos (LER)

- Hormigón. Código 17 01 01. Total material generado 10,11m<sup>3</sup> generados
  - Demolición de solera para CT:  $7,5 \times 3 \times 0.15 = 3.38 \text{ m}^3$
  - Demolición de solera para zanja:  $12 \times 0.45 \times 0.15 = 0.81 \text{ m}^3$
  - Demolición de solera para arqueta:  $2 \times (1.25 \times 1.25 \times 0.15) = 0.47 \text{ m}^3$
  - Poste de hormigón existente:  $20 \times 0.5 \times 0.5 = 5 \text{ m}^3$
- Tierra y piedras procedentes de la excavación. Código 17 05 04. Total material generando 26,82 m<sup>3</sup>
  - Tierra de los nuevos pozos de cimentación:  $1,28 \times 1.28 \times 2.29 = 3,75 \text{ m}^3$   
 $1,08 \times 1.08 \times 2.10 = 2,45 \text{ m}^3$
  - Tierra de la excavación para las arquetas:  $1 \times 1 \times 0,85 \times 2 = 1,7 \text{ m}^3$
  - Tierra de la zanja para canalización eléctrica:  $12 \times 0,45 \times 1,1 = 5,94 \text{ m}^3$
  - Tierra de excavación para ubicar CT:  $7,5 \times 3 \times 0,55 = 12,38 \text{ m}^3$

Todos estos materiales se pueden clasificar como no reutilizables ni valorables “ in situ” y su destino será el vertedero. El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a un metro cúbico, o contenedores metálicos específicos.

En el caso del hormigón todos los restos de demolición de la solera serán trasladados al vertedero autorizado, y para ello en las partidas de presupuesto que corresponda se ha valorado dicho traslado.

En el caso de las tierras, en la medida de lo posible se extenderán en las zonas próximas dado el volumen mínimo de las mismas, y en el caso de no ser posible esto último se trasladarán al vertedero, por lo que igual que en caso anterior se ha valorado dicho coste en la partida correspondiente.

B) El resto de residuos que se puedan generar durante la obra serán embalajes, plásticos..., asimilares a urbano, que se recogerán en un contenedor y trasladarán hasta los contenedores de Pradejón para su retirada por el servicio de recogida de RSU de la localidad.

Los contenedores deberán estar señalizados y tapados fuera del horario de trabajo para evitar el depósito de residuos ajenos a los mismos.

Se asegurará en la contratación de la gestión de los RCD, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se contratará sólo transportistas o gestores autorizados inscritos en los residuos correspondientes.

## **ANEXO IV:**

# **PLÁN DE DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**



La vida útil de una instalación fotovoltaica la define la vida útil de sus componentes, principalmente la de los paneles solares que constituyen más del 60% del valor de la instalación.

Los módulos solares tienen una vida útil estimada de 25/30 años. Realmente no se tiene datos para saber con exactitud la vida real de un panel por que no se tiene suficiente perspectiva, ya que se trata de una instalación de muy reciente implantación y desarrollo.

La vida útil de los restantes elementos que componen una planta fotovoltaica: inversores, equipos de medida, así como elementos auxiliares, cableado, canalizaciones, cajas de conexión, etc., es la vida útil de todo equipo electrónico y material eléctrico, la cual es compatible con larga vida útil de los módulos fotovoltaicos con el conveniente mantenimiento.

Para proceder al desmantelamiento de la instalación solar deberán seguir las siguientes fases: desconexión y retirada de la instalación eléctrica de baja tensión, desconexión y retirada de la instalación eléctrica de media tensión, retirada de los paneles solares como de su estructura que los sustenta, retirada del edificio prefabricado para el CT, retirada del apoyo nº388 en la parcela 80, polígono 17 de Pradejón y del tendido eléctrico que comunica con la red de IBERDROLA, y por último las actuaciones necesarias que garanticen la impermeabilidad de la cubierta y la retirada de escombros y demás restos que queden sobre el suelo para devolver el terreno a su espacio original.

Residuos generados en la retirada de la instalación eléctrica:

Cables .....	3600 Kg
Plásticos .....	450 Kg
Edificio prefabricado de hormigón.....	24 Tn
Transformador.....	900 Kg
Equipos eléctricos y electrónicos del CT como pueden ser los inversores, celda de protección, equipos de medida...etc. ....	2.6Tn

Residuos generados en la retirada de paneles solares y estructura portante:

Plásticos .....	600 Kg
Vídrío.....	8700 Kg
Silicio.....	600 Kg
Aluminio.....	9740 Kg
Acero.....	155 Kg

Retirada del apoyo de nueva ejecución (nº388) situado en la parcela 80, polígono 17.

Hormigón .....5500 Kg

Acero.....610 Kg

Retirada del tendido eléctrico:

Aluminio.....300 Kg

Total residuos generados y destino.

Plástico RECICLABLE.....1.050 Kg

Vidrio RECUPERABLE, 100% RECICLABLE.....8700 Kg

Silicio RECUPERABLE y RECICLABLE.....600 Kg

Aluminio CHATARRA RECICLABLE.....10.040 Kg

Acero CHATARRA RECICLABLE.....765 Kg

Hormigón ESCOMBROS.....49.500 Kg

Cables RECUPERABLES Y REUTILIZABLES.....3.600 Kg

Transformador RESIDUO PELIGROSO.....900 Kg

Equipos eléctricos y electrónicos del CT CHATARRA.....2,6 Tn

Gestión de los residuos. Todos los residuos serán retirados por gestor autorizado por la Comunidad Autónoma de La Rioja

Plásticos RECICLABLES .....1050 Kg .. 0,20 €/kg .....210 €

Vidrio RECUPERABLE, 100% RECICLABLE...8700Kg....0,11€/kg.....957 €

Silicio RECUPERABLE y RECICLABLE.....600 kg....0,30 €/kg .....180 €

Aluminio CHATARRA RECICLABLE.....10.040kg ....0,80 €/kg....8.320 €

Acero CHATARRA RECICLABLE.....765kg ....0,36 €/kg....2.754 €

Hormigón ESCOMBROS.....49.500kg.....22m3.....35 €/kg.....770 €

Cables RECUPERABLES Y REUTILIZABLES..3.600kg.....2 €/kg...7.200 €

Transformador RESIDUO PELIGROSO.....900kg.....1,1 €/kg....990 €

Equipos eléctricos y electrónicos del CT CHATARRA..2.6Tn .0,36 €/kg..936 €

El aluminio, el acero y los cables son abonables al promotor.

Principales obras a realizar para recuperación del terreno y dejar la instalación como estaba originalmente:

**CIMENTACIONES Y ZANJAS:** se procederá a colocar material de relleno constituido por terreno original en los huecos de las cimentaciones y zanja una vez demolidos y retirados los escombros al vertedero controlado.

**CUBIERTA:** se procederá al repaso de la cubierta para garantizar su impermeabilidad.

## **ANEXO V:**

# **JUSTIFICACIÓN DE LA NORMATIVA URBANISYICA DE PRADEJON**

La instalación fotovoltaica se va a instalar sobre la cubierta de una nave industrial existente en la parcela 80, polígono 17, en el termino de Majavaca de Pradejón. Dicha parcela se encuentra dentro de los límites del suelo clasificado como no urbanizable genérico tal y como se recoge en la Normas Urbanísticas del Plan General Municipal de Pradejón.

Dentro del Suelo No Urbanizable Genérico se establecen dos categorías, de uso de bodegas y zona agropecuaria siendo esta última categoría en la que se incluirá nuestra parcela, ya que el destino de la misma es el cultivo del champiñón.

Uno de deberes de los propietarios de suelo no urbanizable es destinarlo a fines agrícolas, forestales, ganaderos, cinegéticos, ambientales u otros vinculados a la utilización racional de los recursos naturales, dentro de los límites que en su caso, establezcan las leyes o planeamiento.

Con la implantación de la instalación solar además de no interferir en el uso agrícola de la parcela se va a desarrollar una actividad que favorece al medioambiente ya que está produciendo energía eléctrica con un coste 0 de recursos.

La Normativa Urbanística de Pradejón en su apartado 4.7.1.3.7 NAVES PARA EL CULTIVO DEL CHAMPIÑON Y OTROS CULTIVOS hacen las siguientes consideraciones:

Se entiende por este tipo de naves las destinadas a los cultivos intensivos que deban protegerse de la luz solar.

La construcción de estas naves deberán autorizarse por el ayuntamiento según lo dispuesto por el apartado 1 y 3 del artículo 4.3.4 de esta normativa y el art. 19.1 de la Ley de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja, siguiendo el trámite establecido en el artículo 44.2 del Reglamento de Gestión Urbanística.

Las condiciones edificatorias aplicables serán las siguientes:

Superficie mínima de la parcela .....	3.000 m <sup>2</sup>
Edificabilidad mínima de la parcela.....	0,30 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Número de plantas.....	1 p. baja
Altura máxima de cerramientos verticales.....	4,5 m
Altura máxima de cumbrera.....	6 m
Retranqueo mínimo a linderos.....	6 m
Retranqueo mínimo a caminos.....	6 m
Distancia mínima a carretera asfaltada.....	100 m

Se prohíben las obras de urbanización exterior y las cubiertas deberán ser inclinadas en su totalidad. Se permitirán las obras de pavimentación interior imprescindibles para el servicio de la explotación.

La situación en la que quedaría la nave una vez se ejecuten las obras definidas en el presente proyecto sería la siguiente:

Superficie de la parcela: la superficie catastral de la parcela es de 9.523 m<sup>2</sup>, superior a los 3000m<sup>2</sup> mínimos exigidos por la normativa. No varía

Edificabilidad de la parcela: según la edificabilidad indicada en la norma, la superficie construida podrá llegar a ser de 2.857 m<sup>2</sup>. la superficie actual construida es de 1.604m<sup>2</sup>, y la del nuevo CT es de 17.5 m<sup>2</sup>, cuya suna está muy por debajo del límite.

Numero de plantas: El edificio para el CT y los inversores se desarrollan en planta baja.

La altura del edificio prefabricado para el CT es de 2.75m, la distancia en el punto más desfavorable a la propiedad vecina es de 7.72m, y la distancia al camino es superior a 70m, ya que el acceso a la parcela se realiza a través de la parcela nº 93.

La distancia de los apoyos de media tensión, situados ambos en fincas particulares, es superior a 5m al camino público más proximo.

La distancia de la línea aérea a la nave es de 8m, distancia superior a los 6m que exige la normativa.

Podemos concluir que la instalación solar fotovoltaica que se pretende implantar en la parcela 80 del poligono 17 de Pradejón cumple con las Normas Urbanísticas que rigen el desarrollo de dicha parcela.

## **ANEXO VI:**

## **JUSTIFICACIÓN DEL CTE**

El Código Técnico de la Edificación, no sería de aplicación en esta obra por tratarse de una instalación solar fotovoltaica, pero como dicha instalación va sobre el tejado de una nave existente se justificará el DB SE para asegurar que el peso de los paneles y la estructura que los soporta no afecta a la resistencia y estabilidad del edificio existente.

El peso de la instalación a colocar en la cubierta es el siguiente:

- Peso de los paneles:  $15,5 \text{ kg/ud} \times 748 \text{ ud} = 11.594 \text{ kg}$
- Peso de la estructura con tonillería:  $3,16 \text{ kg/ml} + 2.580 \text{ ml} = 8.152,8 \text{ kg}$
- peso total sobre la cubierta:  $11.594 \text{ kg} + 8.152,8 = 19.746,8 \text{ kg}$

La superficie de la cubierta es de  $1.575 \text{ m}^2$

El peso final es de  $12,55 \text{ kg/m}^2$

Tomaremos como peso para el cálculo  $15 \text{ kg/m}^2$

Las acciones y cálculos contemplados en el proyecto de ejecución de la nave redactado en abril de 1998 por el ingeniero Agrónomo Don Felipe Gil por encargo de Don Armando Ezquerro Fernandez, promotor y actual propietario de la nave son las siguientes:

- Acción gravitatoria

Peso propio de las correas..... $43 \text{ kg/m}^2$   
Peso propio de los elementos de cubierta..... $10 \text{ kg/m}^2$   
Sobrecarga de nieve..... $50 \text{ kg/m}^2$   
 $Q_{\text{total}} = 1.33 (43 + 10) + 1.5 \times 50 = 146 \text{ kg/m}^2$

P.P. =  $70.5 \text{ kg}$  (p.p. de cálculo)-  $53$  (p.p. real) =  $17.5 \text{ kg/m}^2$

S.C. =  $75 \text{ kg}$  (s.c. de cálculo)-  $50$  (s.c. real) =  $25 \text{ kg/m}^2$

Total de mayoración de cálculo es de  $= 42,5 \text{ kg/m}^2$

**Dado que la sobre carga añadida a la cubierta por la instalación solar es de  $15 \text{ kg/m}^2$  y la mayoración de cálculo es de  $46 \text{ kg/m}^2$  se puede afirmar que la nueva instalación solar fotovoltaica no afecta a la seguridad de la estructura existente.**

- Acción del viento:

Altura de coronación ..... $5,6 \text{ m}$ .  
Situación .....Normal  
Velocidad del viento ..... $100 \text{ km/h}$   
Presión dinámica..... $50 \text{ kg/m}^2$

- Acción térmica:

Se ha supuesto una variación de temperatura de más menos  $30^\circ$  centígrados.



- Acción geológica:

Se ha considerado una deformación equivalente al 3 por mil.

- Acción sísmica:

Se cumple la Norma Constructiva Sismorresistente NCSE-94

- Características del terreno. Base de calculo:

Calidad del terreno: Arcillas y arenas con gravas.

Peso específico..... 2,0 Tn/m<sup>3</sup>

Coefficiente de trabajo.....2,0 kg/cm<sup>2</sup>

Asiento máximo admisible.....50,0mm

- Sistemas de cimentación adoptado:

Zanjas corridas de hormigón armado y zócalos de hormigón armado en túnel.

Tipos de hormigón empleado:

- Zapatas y zanjas: H-175

- Soleras: H-175

- Bases de cálculo de la estructura:

La estructura de las salas está formada por paneles de hormigón prefabricado como muros de carga, empotrados en el terreno y correas de hormigón para cubierta apoyadas entre ellas.

Hipótesis de cálculo: Hipótesis II, Norma EH-91

Simultaneidad de acciones

Estructura prefabricada

Tipo de acero empleado: Redondos de cimentación AEH-400F

Características de la resistencia emplada:

-  $f_y = 4.100 \text{ kg/cm}^2$

-  $f_s = 4.500 \text{ kg/cm}^2$

-  $t = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Coefficientes de trabajo:  $c = 1,5$      $s = 1,15$      $f = 1,6$

- Cálculo de correas de cubierta

Las correas de cubierta se apoyan en la estructura principal y se separan entre si una distancia de 1,5m, adecuada para soportar placas de chapa y la sobrecarga de nieve establecida en la Norma NBE-E88, que para la ubicación de esta obra es de 50kg/m<sup>2</sup>.

Existe flexión en el plano perpendicular a la cubierta y en el plano de la cubierta. Comprueba la flexión en el primero de ellos. En el plano de la cubierta no se disponen elementos de atado adicionales, ya que la escasa pendiente de la cubierta (6%) Y la sección tubular de la vigueta que la aporta una gran inercia en este sentido no lo hace necesario.

La comprobación se hace en dos etapas: en servicio y en rotura.

### COMPRABACIÓN EN SERVICIO

Se toman las cargas de servicio y se elige una vigueta de cuyo momento de servicio II mayor que el requerido.

Su valor es:

$$Q = (60 \times 1,5) + 65 = 155 \text{ kg/ml}$$

$$l = 11,30 \text{ m}$$

$$M = \frac{q \times l^2}{8} = 2.475 \text{ mkg}$$

### COMPROBACIÓN EN ROTURA

Se mayoran las cargas con coeficiente de ponderación de 1.5 y se elige una vigueta cuya carga de rotura sea mayor que la obtenida y cumpla la limitación anterior relativa a las condiciones de servicio:

Su valor es:

$$q_d = 155 \times 1,5 = 233 \text{ kg/ml}$$

$$M_d = \frac{q \times l^2}{8} = 3.710 \text{ mkg}$$

Se adopta una vigueta T25 7

**Si calculamos la correa en servicio incluido el peso de la instalación fotovoltaica tendríamos:**

$$Q = ((60 + 15) \times 1,5) + 62 = 177,5 \text{ kg/ml}$$

$$M = 2.883,12 \text{ mkg}$$

**Se comprueba que el momento de rotura de la vigueta por cálculo (3.710mkg) está por encima de del momento en servicio de la correa incluido el sobrepeso de la instalación fotovoltaica (2.883,12mkg), por lo que podemos afirmar que las actuales correas soportan el sobrepeso sin que esta afecte a la seguridad estructural.**

- Paneles de cerramiento:

Estos paneles habrán de soportar la carga vertical de cubierta y la sobrecarga correspondiente de viento:

Paneles exteriores:

Carga de cubierta.....155kg/ml  
Sobrecarga de viento..... $0,8 \times 50 = 40\text{kg/ml}$

Se trata de una pieza vertical en voladizo sometida a una carga horizontal de viento y una carga vertical debida a la cubierta.

Los valores máximos se producen en el empotramiento y son:

$$\text{Momento de viento: } M_d = \frac{q \times l^2}{2} = (1,5 \times 50 \times 3,62) / 2 = 468 \text{ mkg}$$

$$\text{Peso propio más cargas: } N_d = 1,5 \times 1.200 = 1.600 \text{ kg}$$

La sección resistente está formada por losas de 5cm de espesor, separadas entre ejes 15cm.

- Cimentación:

Los esfuerzos en zapatas son los anteriores. Para comprobar el comportamiento del terreno se utiliza valores característicos de las acciones y se compara con las tensiones admisibles del terreno. Añadimos en las cargas axiales el peso propio del panel.

$$N = 1.200 + (3,6 \times 340) = 2.425\text{kg/ml de zapata}$$

$$M = 324\text{mkg}$$

Con una resistencia del terreno de  $2 \text{ kg/cm}^2$  adoptamos una zapata de  $70 \times 100 \times 50$  (calculamos 1 metro de zapata para 1 metro de panel)

La zapata se ha comprobado:

Tensión admisible del terreno ( $2\text{kg/cm}^2$ )  
Deslizamiento  
Estabilidad  
Punzonamiento  
Resistencia a flexión  
Resistencia a esfuerzos cortantes

**Con el peso propio de los paneles y las cargas axiales que estos soportan la zapata dimensionada en proyecto transmite al terreno la carga siguiente:**

$$2425\text{kg}/10.000 = 0,2425\text{kg/cm}^2$$

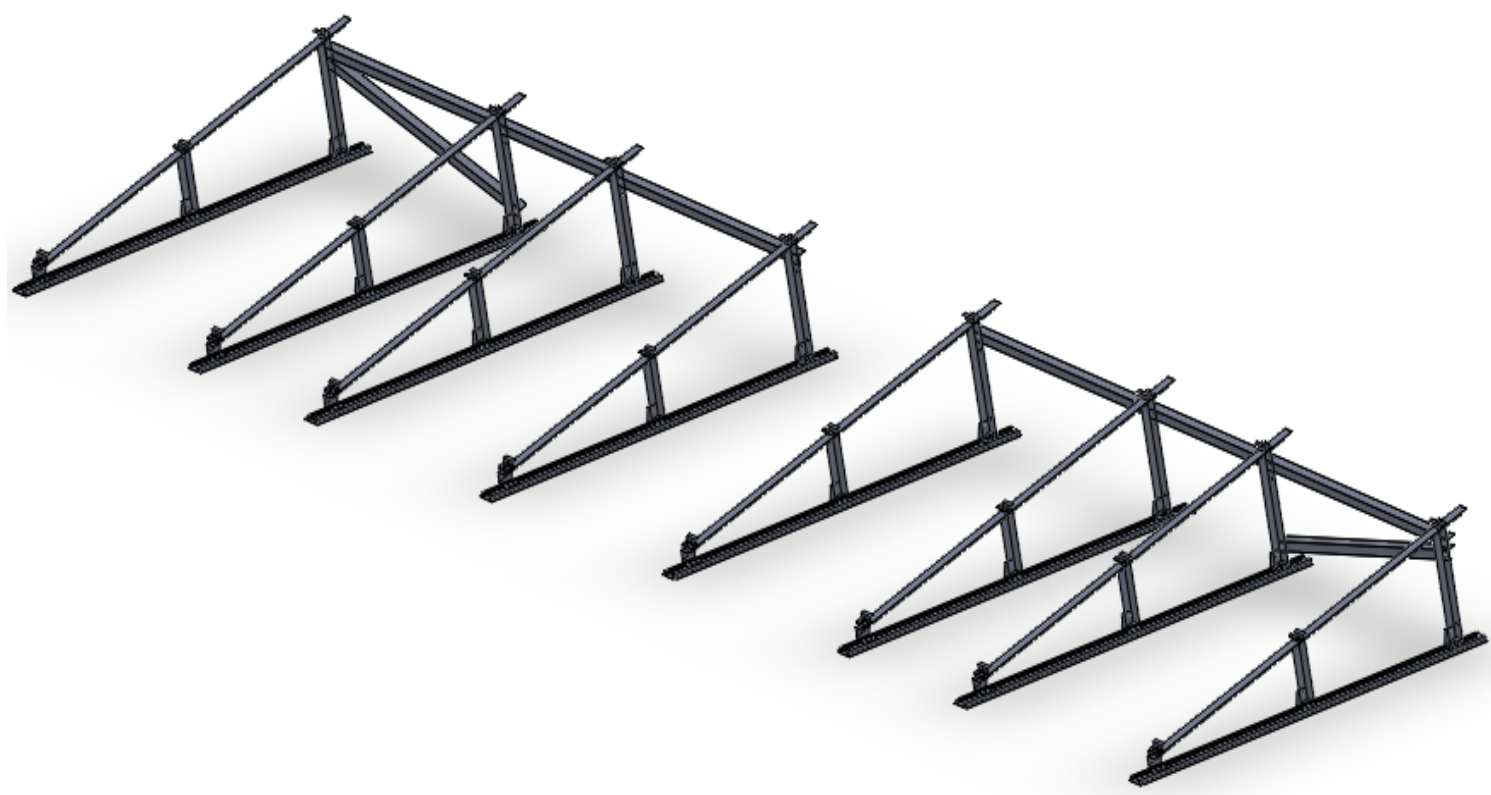
**Teniendo en cuenta que el terreno tiene una resistencia de  $2\text{kg/cm}^2$  el incremento que supone el peso de la instalación fotovoltaica es prácticamente despreciable.**

## **ANEXO VII: ESTRUCTURA**

Estructura cara SUR-OESTE de la cubierta



Estructura de la cara opuesta



# CALCULOS

# **CALCULOS FOTOVOLTAICOS**

## 1 Líneas de Strings

Las cajas de strings son las cajas en las que se conecta en paralelo las cadenas de paneles solares conectados entre sí en serie (strings).

Contiene los fusibles y el interruptor general de corte en carga.

Como ya sabemos la tensión de un módulo fotovoltaico depende de la temperatura ambiente, por eso, calculamos las líneas de Strings tanto para verano como para el invierno para poder hacer una comparación de tensiones, el dato más importante para el cálculo de líneas de Springs es valor de **Voc** del inversor en este caso son **900 V**, este valor no se debe alcanzar en ningún momento en el arranque de la instalación para que el inversor no sufra una sobre tensión, que será absorbida por los varistores de continua y conducida a tierra.

El cálculo necesario para saber en número de placas que van en serie se realiza con Voc de los módulos fotovoltaicos, su suma tiene que ser inferior al Voc del inversor.

Cálculo del número de placas que deben ir a cada caja de Strings:

ALABASTRO II							
	20 Módulos	19 Módulos	18 Módulos	17 Módulos	16 Módulos	15 Módulos	14 Módulos
Invierno	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)	-10° C (Amb.) 20° C (Cel)
Verano	45° C (Amb.) 75° C (Cel)	45° C (Amb.) 75° C (Cel)	45° C (Amb.) 75° C (Cel)	45° C (Amb.) 75° C (Cel)	45° C (Amb.) 75° C (Cel)	45° C (Amb.) 75° C (Cel)	45° C (Amb.) 75° C (Cel)
ARRANQUE Voc	20 Módulos	19 Módulos	18 Módulos	17 Módulos	16 Módulos	15 Módulos	14 Módulos
Invierno	987 Voc	938 Voc	889 Voc	839 Voc	790 Voc	741 Voc	691 Voc
Verano	820 Voc	779 Voc	738 Voc	697 Voc	656 Voc	615 Voc	574 Voc
Tª CELULA +30°C	20 Módulos	19 Módulos	18 Módulos	17 Módulos	16 Módulos	15 Módulos	14 Módulos
Invierno	896 Voc	851 Voc	806 Voc	762 Voc	717 Voc	672 Voc	627 Voc
Verano	728 Voc	692 Voc	656 Voc	619 Voc	583 Voc	546 Voc	510 Voc
FUNCIONAMIENTO	20 Módulos	19 Módulos	18 Módulos	17 Módulos	16 Módulos	15 Módulos	14 Módulos
Invierno	645 Vmpp	613 Vmpp	581 Vmpp	548 Vmpp	516 Vmpp	484 Vmpp	452 Vmpp
Verano	524 Vmpp	498 Vmpp	472 Vmpp	446 Vmpp	420 Vmpp	393 Vmpp	367 Vmpp
Objetivo 748 módulos (134640 Wp)							
Coeficiente Térmico Yinli -0,0034							
<b>Opción 1</b>	Inversor nº 1			Inversor nº 2			
748 módulos STP180S-24/Ad Potencia = 134640 Wp	33660Wp; (55A) 1 strings con 187 módulos 11 series en// de 17 en serie			4 Strings de 28 módulos (31,32 A) 112 módulos = 20.160 Wp			
<b>Opción 2</b>	Inversor nº 1			Inversor nº 2			
225 módulos YL 180 P-23b Potencia = 40.500 Wp	4 Strings de 25 módulos (31,32 A) 100 módulos = 18.000 Wp			5 Strings de 25 módulos (39,15 A) 125 módulos = 22.500 Wp			
<b>Opción 3</b>	Inversor nº 1			Inversor nº 2			
224 módulos YL 180 P-23b Potencia = 40.320 Wp	5 Strings de 24 módulos (39,15 A) 120 módulos = 21.600 Wp			4 Strings de 26 módulos (31,32 A) 104 módulos = 18.720 Wp			

La **opción 1** es la que se ajusta al objetivo de la instalación



Formulas para hallar el número de placas en serie y en paralelo:

Datos:

Invierno:  $T^a_{amb} = -10^{\circ}\text{C}$ ;  $T^a_{cel} = 20^{\circ}\text{C}$ .

Verano:  $T^a_{amb} = 45^{\circ}\text{C}$ ;  $T^a_{cel} = 75^{\circ}\text{C}$

$V_{oc} =$

Calculo para el arranque:

Invierno:  $((n^{\circ} \text{ placas en serie}) \times V_{oc}) \times (1 + (20 - T^a_{amb}) \times 0.0034)$

Verano:  $((n^{\circ} \text{ placas en serie}) \times V_{oc}) \times (1 + (20 - T^a_{amb}) \times 0.0034)$

Calculo para una temperatura de célula de  $30^{\circ}\text{C}$ :

Invierno:  $((n^{\circ} \text{ placas en serie}) \times V_{oc}) \times (1 + (20 - T^a_{célula}) \times 0.0034)$

Verano:  $((n^{\circ} \text{ placas en serie}) \times V_{oc}) \times (1 + (20 - T^a_{célula}) \times 0.0034)$

Calculo en funcionamiento:

Invierno:  $((n^{\circ} \text{ placas en serie}) \times V_{oc}) \times (1 + (20 - T^a_{célula}) \times 0.0034) \times 0.72$

Verano:  $((n^{\circ} \text{ placas en serie}) \times V_{oc}) \times (1 + (20 - T^a_{célula}) \times 0.0034) \times 0.72$

**En la instalación del presente proyecto hay cuatro cajas de strings a los que llegan 11 series de 17 módulos cada una.**

$V_{pmax} = 17 \times V_{pmax} = 17 \times 36 = 612 \text{ V}$

$I_{pmax} = 11 \times I_{pmax} = 11 \times 5 = 55 \text{ A}$

$P_{max} = 612 \times 55 = 33660 \text{ Wp}$  para cada inversor sin pérdidas en condiciones ideales de calculo

Todos los calculos se realizan en condiciones ideales:

Temperatura de la célula =  $20^{\circ}\text{C}$ .

Radiación =  $1000 \text{ W/m}^2$

Posición = perpendicular al sol.

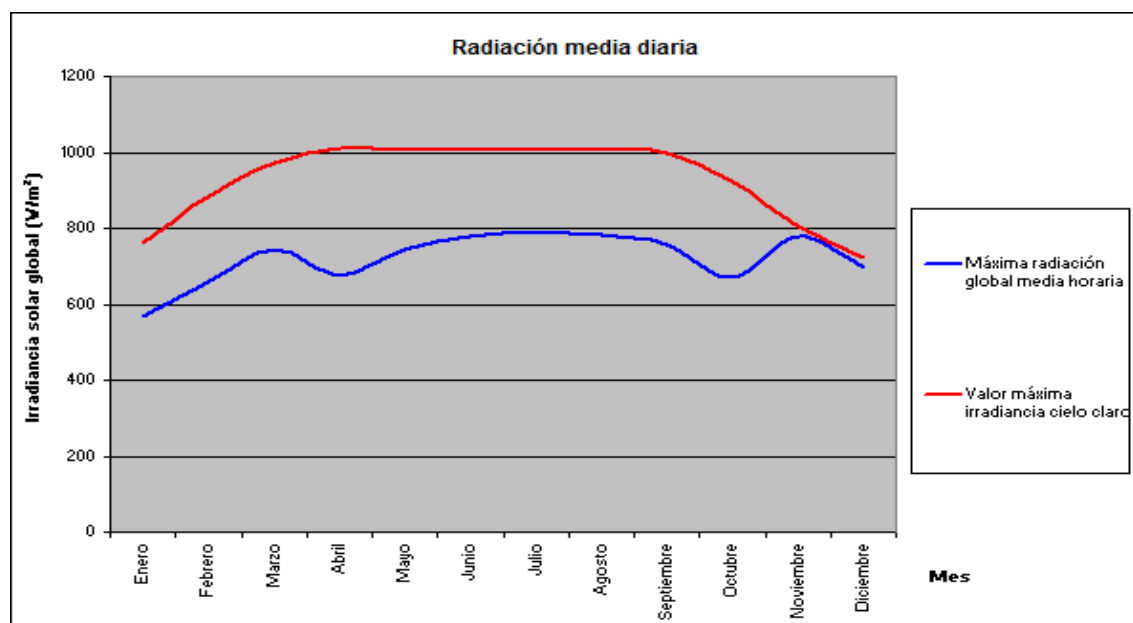
Cada caja de String va a un inversor, es decir, necesitamos 4 inversores Imgeteam de 25KW de potencia para poder inyectar electricidad a red.

## Características Técnicas

Máximo número de Strings conectables	16
Máximo número de canales medibles	16
Máxima corriente por string	10 Adc
Máxima corriente total	160 Adc
Número de fusibles de protección	16
Máxima tensión	900 Vdc
Conectores de entrada	MC Ø4mm ó PG M12 (Ø3,5 a Ø7mm)
Conectores de salida	PG M25 (hasta $70 \text{ mm}^2$ )
Conexión de comunicaciones	RS-485 ó Módem GSM / GPRS
Temperatura ambiente	de $-10^{\circ}\text{C}$ a $+65^{\circ}\text{C}$
Grado de protección	IP65

## 2 Radiación solar media horaria e irradiancia máxima para modelo de cielo claro

(W/m <sup>2</sup> )																	Máxima radiación global media horaria		
Rad. Global Horaria Media	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5			
Enero	0	0	0	163	305	430	521	569	569	521	430	305	163	0	0	0	569		
Febrero	0	0	0	256	402	526	614	659	659	614	526	402	256	0	0	0	659		
Marzo	0	0	217	369	512	628	705	743	743	705	628	512	369	217	0	0	743		
Abril	0	132	259	388	505	595	651	675	675	651	595	505	388	259	132	0	675		
Mayo	0	255	384	510	618	695	734	744	744	734	695	618	510	384	255	0	744		
Junio	207	327	455	578	680	747	776	776	776	747	680	578	455	327	207	0	776		
Julio	0	315	447	573	679	750	782	786	786	782	750	679	573	447	315	0	786		
Agosto	0	235	373	510	630	718	767	784	784	767	718	630	510	373	235	0	784		
Septiembre	0	0	266	413	548	655	724	755	755	724	655	548	413	266	0	0	755		
Octubre	0	0	141	287	429	547	629	671	671	629	547	429	287	141	0	0	671		
Noviembre	0	0	0	301	471	618	723	778	778	723	618	471	301	0	0	0	778		
Diciembre	0	0	0	227	391	536	643	698	698	643	536	391	227	0	0	0	698		
																	786		
(W/m <sup>2</sup> )																	Valor máxima irradiancia cielo claro		
Irrad. máxima cielo claro	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5			
Enero	0	0	0	33	349	578	704	760	760	704	578	349	33	0	0	0	760		
Febrero	0	0	0	236	552	736	836	880	880	836	736	552	236	0	0	0	880		
Marzo	0	0	107	494	735	874	945	973	973	945	874	735	494	107	0	0	973		
Abril	0	22	394	689	866	962	1001	1009	1009	1001	962	866	689	394	22	0	1009		
Mayo	0	217	570	797	932	997	1008	996	996	1008	997	932	797	570	217	0	1008		
Junio	5	327	636	836	954	1005	1003	978	978	1003	1005	954	836	636	327	5	1005		
Julio	0	285	612	822	946	1002	1006	986	986	1006	1002	946	822	612	285	0	1006		
Agosto	0	97	487	747	902	982	1008	1007	1007	1008	982	902	747	487	97	0	1008		
Septiembre	0	0	246	595	804	922	978	997	997	978	922	804	595	246	0	0	997		
Octubre	0	0	4	354	637	801	889	926	926	889	801	637	354	4	0	0	926		
Noviembre	0	0	0	87	426	639	755	806	806	755	639	426	87	0	0	0	806		
Diciembre	0	0	0	9	293	533	666	724	724	666	533	293	9	0	0	0	724		
																	1009		



### 3 Cálculo de radiación horaria para un día particular del año a partir de la radiación media mensual diaria

Número de día del año= 17		Rad. Global sobre Horizontal		Constante solar													
Latitud (°) 42,03		1975 $H(Wh/m^2 \text{ día})=$		$I_0 \text{ w/m}^2=$ 1353		[en color azul figuran los datos del día]											
Radiación extraterrestre sobre horizontal para el día 17																	
Áng. Día (rad) 0,28		$H_{0H} (Wh/m^2 \text{ día})=$ 3841		Radiación difusa media mensual sobre superf. Horizontal													
Declinación (°) -20,90360285				$H_{dH}=$ 822,8 (Valor utilizado modelo)													
Áng. Puesta sol ws (°) 69,86349037		Índice nubosidad		709,4 (Liu y Jordan, 1960, rango validez $0,3 < K_t < 0,7$ )													
		$K_t=H/H_0$ 0,51		827,5 (Page, 1961)													
a= 0,494924752		$H_d/H$ 0,42		704,7 (Collares y Rabl, 1978)													
b= 0,579240651				822,8 (Gopinathan K.K. y Soler A., 1995)													
		Horas de sol día= 9,32															
Datos geométricos																	
Hora del día		4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
w (°)		-112,5	-97,5	-82,5	-67,5	-52,5	-37,5	-22,5	-7,5	7,5	22,5	37,5	52,5	67,5	82,5	97,5	112,5
Acimut (°)		-88,3	-78,8	-69,5	-59,7	-48,9	-36,8	-23,0	-7,8	7,8	23,0	36,8	48,9	59,7	69,5	78,8	88,3
Altura solar (°) día 17		-30,3	-19,2	-8,5	1,5	10,6	18,2	23,7	26,7	26,7	23,7	18,2	10,6	1,5	-8,5	-19,2	-30,3

Radiación horaria sobre superficie horizontal (potencia W/m<sup>2</sup>, energía Wh/m<sup>2</sup>)

$H_{Gw}/H_G$ (globales sobre H)=	0,050	0,050	0,031	0,007	0,057	0,108	0,151	0,174	0,174	0,151	0,108	0,057	0,007	0,031	0,050	0,050
Rad. Global Horaria sobre H	0,0	0,0	0,0	13,7	111,6	213,4	297,3	344,5	344,5	297,3	213,4	111,6	13,7	0,0	0,0	0,0
1961,18																
$H_{dH}/H_d$ (difusas sobre H)	0,000	0,000	0,000	0,010	0,067	0,113	0,146	0,163	0,163	0,146	0,113	0,067	0,010	0,000	0,000	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H	0,0	0,0	0,0	8,0	54,9	93,2	120,3	134,3	134,3	120,3	93,2	54,9	8,0	0,0	0,0	0,0
821,12 42%																
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	0,0	0,0	5,7	56,7	120,3	177,0	210,3	210,3	177,0	120,3	56,7	5,7	0,0	0,0	0,0

Radiación sobre superficie con orientación e inclinación cualquiera (potencia W/m<sup>2</sup>, energía Wh/m<sup>2</sup>), orientación =18°; inclinación =10°; albedo =0.2

Dif. Ángulo respecto azimut	88,3	78,8	69,5	59,7	48,9	36,8	23,0	7,8	-7,8	-23,0	-36,8	-48,9	-59,7	-69,5	-78,8	-88,3
Ángulo horizontal (°)	-88,3	-78,8	-69,5	-59,7	-48,9	-36,8	-23,0	-7,8	7,8	23,0	36,8	48,9	59,7	69,5	78,8	88,3
Ángulo vertical (°)	90,0	90,0	90,0	3,0	15,9	22,3	25,5	26,9	26,9	25,5	22,3	15,9	3,0	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg H y V	120,3	109,2	98,5	88,5	79,4	71,8	66,3	63,3	63,3	66,3	71,8	79,4	88,5	98,5	109,2	120,3
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)	75,3	64,2	53,5	43,5	34,4	26,8	21,3	18,3	18,3	21,3	26,8	34,4	43,5	53,5	64,2	75,3
Rad. Directa Horaria	0,0	0,0	0,0	156,2	255,0	344,3	410,1	444,5	444,5	410,1	344,3	255,0	156,2	0,0	0,0	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	0,0	0,0	7,2	50,1	85,8	111,4	124,7	124,7	111,4	85,8	50,1	7,2	0,0	0,0	0,0
758,3 19,1%																
Rad. Global Horaria	0,0	0,0	0,0	163,4	305,1	430,1	521,5	569,2	569,2	521,5	430,1	305,1	163,4	0,0	0,0	0,0
3978,5																
(W/m <sup>2</sup> )																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	0,0	0,0	9,9	353,2	564,7	664,7	705,9	705,9	664,7	564,7	353,2	9,9	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	0,0	0,0	29,3	63,4	78,4	86,8	90,7	90,7	86,8	78,4	63,4	29,3	0,0	0,0	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	0,0	0,0	0,3	64,8	176,0	267,3	317,0	317,0	267,3	176,0	64,8	0,3	0,0	0,0	0,0
Irrad global horizontal	0,0	0,0	0,0	29,6	128,3	254,4	354,2	407,7	407,7	354,2	254,4	128,3	29,6	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	0,0	0,0	25,9	57,9	74,4	84,5	89,4	89,4	84,5	74,4	57,9	25,9	0,0	0,0	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	0,0	0,0	7,2	291,4	503,8	619,4	670,1	670,1	619,4	503,8	291,4	7,2	0,0	0,0	0,0
Irrad global máxima	0,0	0,0	0,0	33,1	349,3	578,2	703,9	759,5	759,5	703,9	578,2	349,3	33,1	0,0	0,0	0,0

Número de día del año=	47	Rad. Global sobre Horizontal	Constante solar													
Latitud (°)	42	2916 $H_0$ (Wh/m2 día)=	lo wlm2= 1353	(en color azul figuran los datos del día)												
		Radiación extraterrestre sobre horizontal para el día 47														
Áng. Día (rad)	0.79	$H_{0H}$ (Wh/m2 día)=	5392													
Declinación (°)	-12.6															
Áng. Puesta sol ws (°)	78.4	Índice nubosidad	$H_{mH}$ = 1140.2	(Valor utilizado modelo)												
		$K_t=H/H_0$	0.54	986.4 (Liu y Jordan, 1960, rango validez 0,3< $K_t$ <0,7)												
a=	0.57	$H_d/H$	0.39	1134.1 (Page, 1961)												
b=	0.51			1062.2 (Collares y Rabl, 1978)												
		Horas de sol día=	10.45	1140.2 (Gopinathan K.K. y Soler A., 1995)												
Datos geométricos																
Hora del día	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
w (°)	-112,5	-97,5	-82,5	-67,5	-52,5	-37,5	-22,5	-7,5	7,5	22,5	37,5	52,5	67,5	82,5	97,5	112,5
Acimut (°)	-95,6	-85,5	-75,7	-65,4	-54,1	-41,1	-26,0	-8,9	8,9	26,0	41,1	54,1	65,4	75,7	85,5	95,6
Altura solar (°) día 47	-25,1	-13,9	-3,0	7,5	17,2	25,4	31,6	34,9	34,9	31,6	25,4	17,2	7,5	-3,0	-13,9	-25,1

Radiación horaria sobre superficie horizontal (potencia W/m<sup>2</sup>, energía Wh/m<sup>2</sup>)

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,040	0,031	0,008	0,026	0,066	0,107	0,140	0,158	0,158	0,140	0,107	0,066	0,026	0,008	0,031	0,040
Rad. Global Horaria sobre H 2895,79	0,0	0,0	0,0	74,9	193,9	312,1	407,1	459,9	459,9	407,1	312,1	193,9	74,9	0,0	0,0	0,0
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,000	0,000	0,034	0,076	0,110	0,134	0,147	0,147	0,134	0,110	0,076	0,034	0,000	0,000	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 1141,96 39%	0,0	0,0	0,0	38,4	86,4	125,5	153,2	167,5	167,5	153,2	125,5	86,4	38,4	0,0	0,0	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	0,0	0,0	36,5	107,6	186,6	253,9	292,4	292,4	253,9	186,6	107,6	36,5	0,0	0,0	0,0

Radiación sobre superficie con orientación e inclinación cualquiera (potencia W/m<sup>2</sup>, energía Wh/m<sup>2</sup>), orientación =18°; inclinación =10°; albedo =0.2

Dif. Ángulo respecto azimut		95,6	85,5	75,7	65,4	54,1	41,1	26,0	8,9	-8,9	-26,0	-41,1	-54,1	-65,4	-75,7	-85,5	-95,6
Ángulo horizontal (°)		-95,6	-85,5	-75,7	-65,4	-54,1	-41,1	-26,0	-8,9	8,9	26,0	41,1	54,1	65,4	75,7	85,5	95,6
Ángulo vertical (°)		90,0	90,0	90,0	17,7	27,8	32,2	34,4	35,3	35,3	34,4	32,2	27,8	17,7	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg Hy V		115,1	103,9	93,0	82,5	72,8	64,6	58,4	55,1	55,1	58,4	64,6	72,8	82,5	93,0	103,9	115,1
		4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)		70,1	58,9	48,0	37,5	27,8	19,6	13,4	10,1	10,1	13,4	19,6	27,8	37,5	48,0	58,9	70,1
Rad. Directa Horaria		0,0	0,0	0,0	220,7	322,3	409,8	471,6	502,9	502,9	471,6	409,8	322,3	220,7	0,0	0,0	0,0
Rad. Difusa Horaria		0,0	0,0	0,0	35,0	79,4	116,3	142,7	156,5	156,5	142,7	116,3	79,4	35,0	0,0	0,0	0,0
1059,5	21,6%																
Rad. Global Horaria		0,0	0,0	0,0	255,7	401,7	526,1	614,3	659,3	659,3	614,3	526,1	401,7	255,7	0,0	0,0	0,0
4914,2																	
(W/m²)																	
Irradiancia máxima		4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa		0,0	0,0	0,0	234,7	542,8	688,9	760,4	790,5	790,5	760,4	688,9	542,8	234,7	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre horiz		0,0	0,0	0,0	55,5	76,7	89,1	96,5	100,0	100,0	96,5	89,1	76,7	55,5	0,0	0,0	0,0
Irrad directa horizontal		0,0	0,0	0,0	30,8	160,2	295,5	398,1	452,6	452,6	398,1	295,5	160,2	30,8	0,0	0,0	0,0
Irrad global horizontal		0,0	0,0	0,0	86,3	236,9	384,6	494,6	552,6	552,6	494,6	384,6	236,9	86,3	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre superf		0,0	0,0	0,0	49,9	72,4	87,3	96,8	101,5	101,5	96,8	87,3	72,4	49,9	0,0	0,0	0,0
Irrad directa sobre superf		0,0	0,0	0,0	186,3	480,0	649,0	739,6	778,3	778,3	739,6	649,0	480,0	186,3	0,0	0,0	0,0
Irrad global máxima		0,0	0,0	0,0	236,2	552,4	736,3	836,4	879,8	879,8	836,4	736,3	552,4	236,2	0,0	0,0	0,0









[illegible]

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,000	0,015	0,034	0,055	0,076	0,095	0,109	0,117	0,117	0,109	0,095	0,076	0,055	0,034	0,015	0,000
Rad. Global Horaria sobre H 6932,13	0,2	105,4	234,7	379,3	525,6	656,6	755,5	808,8	808,8	755,5	656,6	525,6	379,3	234,7	105,4	0,2
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,020	0,040	0,060	0,077	0,092	0,102	0,107	0,107	0,102	0,092	0,077	0,060	0,040	0,020	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 2282,70 33%	0,1	45,2	91,9	136,9	177,4	210,4	233,7	245,8	245,8	233,7	210,4	177,4	136,9	91,9	45,2	0,1
Rad. Directa Horaria sobre H	0,1	60,2	142,8	242,4	348,2	446,2	521,8	563,0	563,0	521,8	446,2	348,2	242,4	142,8	60,2	0,1

Dif. Ángulo respecto azimut	121,8	112,1	103,0	93,7	83,4	70,5	51,7	20,6	-20,6	-51,7	-70,5	-83,4	-93,7	-103,0	-112,1	-121,8
Ángulo horizontal (°)	-121,8	-112,1	-103,0	-93,7	-83,4	-70,5	-51,7	-20,6	20,6	51,7	70,5	83,4	93,7	103,0	112,1	121,8
Ángulo vertical (°)	90,0	90,0	90,0	90,0	82,9	76,2	72,7	71,2	71,2	72,7	76,2	82,9	90,0	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg H y V	90,0	80,1	69,4	58,4	47,3	36,5	26,7	20,0	20,0	26,7	36,5	47,3	58,4	69,4	80,1	90,0
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)	45,0	35,1	24,4	13,4	2,3	8,5	18,3	25,0	25,0	18,3	8,5	2,3	13,4	24,4	35,1	45,0
Rad. Directa Horaria	206,4	285,0	370,1	450,3	513,1	548,6	554,4	542,9	542,9	554,4	548,6	513,1	450,3	370,1	285,0	206,4
Rad. Difusa Horaria	0,1	41,7	85,3	128,0	166,8	198,8	221,6	233,5	233,5	221,6	198,8	166,8	128,0	85,3	41,7	0,1
2151,4 23,7%																
Rad. Global Horaria	206,5	326,7	455,4	578,3	679,9	747,4	776,0	776,4	776,4	776,0	747,4	679,9	578,3	455,4	326,7	206,5
9093,3																
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,1	330,4	612,3	760,4	843,8	892,5	919,9	932,1	932,1	919,9	892,5	843,8	760,4	612,3	330,4	0,1
Irrad difusa sobre horiz	5,6	61,9	82,3	96,5	107,0	114,6	119,5	121,9	121,9	119,5	114,6	107,0	96,5	82,3	61,9	5,6
Irrad directa horizontal	0,0	57,1	215,0	398,1	572,2	717,9	821,9	875,9	875,9	821,9	717,9	572,2	398,1	215,0	57,1	0,0
Irrad global horizontal	5,6	119,0	297,3	494,6	679,2	832,5	941,4	997,8	997,8	941,4	832,5	679,2	494,6	297,3	119,0	5,6
Irrad difusa sobre superf	4,9	56,3	78,9	96,9	111,2	122,2	129,6	133,3	133,3	129,6	122,2	111,2	96,9	78,9	56,3	4,9
Irrad directa sobre superf	0,1	270,5	557,4	739,6	843,2	882,6	873,2	844,7	844,7	873,2	882,6	843,2	739,6	557,4	270,5	0,1
Irrad global máxima	5,0	326,9	636,3	836,5	954,4	1004,8	1002,8	978,0	978,0	1002,8	1004,8	954,4	836,5	636,3	326,9	5,0



Número de día del año=	198	Rad. Global sobre Horizontal	Constante solar													
Latitud (°)	42	6806 $H(w/hm2 \text{ día})=$	$I_0 w/m2=$ 1353	(en color azul figuran los datos del día)												
		Radiación extraterrestre sobre horizontal para el día 198														
Áng. Día (rad)	3,39	$H_{0H}(w/hm2 \text{ día})=$	11188													
Declinación (°)	21,3	Radiación difusa media mensual sobre superf. Horizontal														
Áng. Puesta solws (°)	111	Índice nubosidad	$H_{0H}=$ 2219,0 (Valor utilizado modelo)													
		$Kt=H/H_0$	0,61	1956,2 (Liu y Jordan, 1960, rango validez 0,3<Kt<0,7)												
a=	0,8	$Hd/H$	0,33	2127,6 (Page, 1961)												
b=	0,29			2722,5 (Collares y Rabi, 1978)												
		Horas de sol/día=	14,75	2219,0 (Gopinathan K.K. y Soler A., 1995)												
Datos geométricos																
Hora del día	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
w (°)	-112,5	-97,5	-82,5	-67,5	-52,5	-37,5	-22,5	-7,5	7,5	22,5	37,5	52,5	67,5	82,5	97,5	112,5
Acimut (°)	-120,6	-110,9	-101,6	-92,1	-81,6	-68,4	-49,4	-19,3	19,3	49,4	68,4	81,6	92,1	101,6	110,9	120,6
Altura solar (°) día 198	-12	8,8	19,5	30,6	41,7	52,4	62,0	68,4	68,4	62,0	52,4	41,7	30,6	19,5	8,8	-12

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,002	0,014	0,033	0,054	0,076	0,095	0,110	0,118	0,118	0,110	0,095	0,076	0,054	0,033	0,014	0,002
Rad. Global Horaria sobre H 6809,29	0,0	92,7	222,2	368,1	516,4	649,7	750,6	804,9	804,9	750,6	649,7	516,4	368,1	222,2	92,7	0,0
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,018	0,039	0,060	0,078	0,093	0,103	0,109	0,109	0,103	0,093	0,078	0,060	0,039	0,018	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 2216,52 33%	0,0	39,9	86,8	132,1	172,7	205,9	229,4	241,5	241,5	229,4	205,9	172,7	132,1	86,8	39,9	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	52,9	135,4	236,0	343,7	443,8	521,2	563,4	563,4	521,2	443,8	343,7	236,0	135,4	52,9	0,0

Dif. Ángulo respecto azimut	120,6	110,9	101,6	92,1	81,6	68,4	49,4	19,3	-19,3	-49,4	-68,4	-81,6	-92,1	-101,6	-110,9	-120,6
Ángulo horizontal (°)	-120,6	-110,9	-101,6	-92,1	-81,6	-68,4	-49,4	-19,3	19,3	49,4	68,4	81,6	92,1	101,6	110,9	120,6
Ángulo vertical (°)	90,0	90,0	90,0	90,0	80,7	74,2	70,9	69,5	69,5	70,9	74,2	80,7	90,0	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg H y V	91,2	81,2	70,5	59,4	48,3	37,6	28,0	21,6	21,6	28,0	37,6	48,3	59,4	70,5	81,2	91,2
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)	46,2	36,2	25,5	14,4	3,3	7,4	17,0	23,4	23,4	17,0	7,4	3,3	14,4	25,5	36,2	46,2
Rad. Directa Horaria	0,0	278,2	366,0	449,6	516,0	555,2	564,6	556,3	556,3	564,6	555,2	516,0	449,6	366,0	278,2	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	36,7	80,6	123,5	162,6	194,8	217,8	229,7	229,7	217,8	194,8	162,6	123,5	80,6	36,7	0,0
2091,4 24,1%																
Rad. Global Horaria	0,0	314,9	446,6	573,1	678,6	750,0	782,3	786,0	786,0	782,3	750,0	678,6	573,1	446,6	314,9	0,0
8663,2																
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	287,2	592,4	750,2	837,9	888,6	916,9	929,5	929,5	916,9	888,6	837,9	750,2	592,4	287,2	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	59,1	80,6	95,4	106,2	113,9	118,9	121,4	121,4	118,9	113,9	106,2	95,4	80,6	59,1	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	44,1	197,9	381,5	557,1	704,2	809,5	864,1	864,1	809,5	704,2	557,1	381,5	197,9	44,1	0,0
Irrad global horizontal	0,0	103,1	278,5	476,8	663,2	818,1	928,4	985,5	985,5	928,4	818,1	663,2	476,8	278,5	103,1	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	53,4	77,0	95,4	110,0	121,2	128,7	132,5	132,5	128,7	121,2	110,0	95,4	77,0	53,4	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	231,9	534,7	726,5	836,5	881,1	876,8	853,2	853,2	876,8	881,1	836,5	726,5	534,7	231,9	0,0
Irrad global máxima	0,0	285,3	611,7	821,9	946,5	1002,3	1005,5	985,7	985,7	1005,5	1002,3	946,5	821,9	611,7	285,3	0,0

Número de día del año=	228	Rad. Global sobre Horizontal	Constante solar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
------------------------	-----	------------------------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Radiación horaria sobre superficie horizontal (potencia W/m2, energía Wh/m2)

H <sub>0H</sub> /H <sub>0</sub> (globales sobre H)=	0,009	0,006	0,027	0,051	0,076	0,098	0,116	0,125	0,125	0,116	0,098	0,076	0,051	0,027	0,006	0,009
Rad. Global Horaria sobre H	0,0	37,7	160,0	302,8	451,4	587,1	691,0	747,2	747,2	691,0	587,1	451,4	302,8	160,0	37,7	0,0
H <sub>0H</sub> /H <sub>0</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,009	0,034	0,058	0,079	0,097	0,109	0,116	0,116	0,109	0,097	0,079	0,058	0,034	0,009	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H	0,0	18,0	68,2	116,6	160,0	195,4	220,5	233,4	233,4	220,5	195,4	160,0	116,6	68,2	18,0	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	19,6	91,8	186,2	291,4	391,7	470,5	513,8	513,8	470,5	391,7	291,4	186,2	91,8	19,6	0,0

## Radiación sobre superficie con orientación e inclinación cualquiera (potencia W/m2, energía Wh/m2), orientación =18°; inclinación =10°; albedo =0.2

Dif. Ángulo respecto azimut	115,5	105,4	95,6	85,6	74,3	60,4	41,4	15,3	-15,3	-41,4	-60,4	-74,3	-85,6	-95,6	-105,4	-115,5
Ángulo horizontal (°)	-115,5	-105,4	-95,6	-85,6	-74,3	-60,4	-41,4	-15,3	15,3	41,4	60,4	74,3	85,6	95,6	105,4	115,5
Ángulo vertical (°)	90,0	90,0	90,0	81,0	70,2	65,4	63,1	62,1	62,1	63,1	65,4	70,2	81,0	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg H y V	96,5	86,1	75,2	64,0	53,1	42,8	34,1	28,8	28,8	34,1	42,8	53,1	64,0	75,2	86,1	96,5
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)	51,5	41,1	30,2	19,0	8,1	2,2	10,9	16,2	16,2	10,9	2,2	8,1	19,0	30,2	41,1	51,5
Rad. Directa Horaria	0,0	218,3	310,2	402,1	480,3	533,5	558,2	562,9	562,9	558,2	533,5	480,3	402,1	310,2	218,3	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	16,5	62,9	108,4	149,8	184,0	208,4	221,1	221,1	208,4	184,0	149,8	108,4	62,9	16,5	0,0
Rad. Global Horaria	0,0	234,9	373,0	510,5	630,1	717,5	766,6	784,1	784,1	766,6	717,5	630,1	510,5	373,0	234,9	0,0
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	78,4	485,1	696,4	806,1	867,0	900,2	915,0	915,0	900,2	867,0	806,1	696,4	485,1	78,4	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	42,6	72,5	89,8	101,9	110,4	115,9	118,6	118,6	115,9	110,4	101,9	89,8	72,5	42,6	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	5,3	124,1	304,8	484,1	636,1	745,2	802,0	802,0	745,2	636,1	484,1	304,8	124,1	5,3	0,0
Irrad global horizontal	0,0	47,9	196,6	394,6	586,1	746,5	861,0	920,5	920,5	861,0	746,5	586,1	394,6	196,6	47,9	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	37,8	67,6	88,2	104,2	116,1	124,1	128,2	128,2	124,1	116,1	104,2	88,2	67,6	37,8	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	59,1	419,4	658,3	798,1	866,3	884,1	878,6	878,6	884,1	866,3	798,1	658,3	419,4	59,1	0,0
Irrad global máxima	0,0	96,8	487,0	746,5	902,2	982,5	1008,2	1006,8	1006,8	1008,2	982,5	902,2	746,5	487,0	96,8	0,0

[illegible]

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,021	0,006	0,016	0,044	0,074	0,102	0,124	0,136	0,136	0,124	0,102	0,074	0,044	0,016	0,006	0,021
Rad. Global Horaria sobre H 4704,58	0,0	0,0	77,0	208,1	350,4	484,0	588,0	644,8	644,8	588,0	484,0	350,4	208,1	77,0	0,0	0,0
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,000	0,022	0,053	0,080	0,102	0,118	0,126	0,126	0,118	0,102	0,080	0,053	0,022	0,000	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 1697,97 36%	0,0	0,0	37,5	89,1	135,4	173,2	199,9	213,8	213,8	199,9	173,2	135,4	89,1	37,5	0,0	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	0,0	39,5	118,9	215,0	310,8	388,0	431,1	431,1	388,0	310,8	215,0	118,9	39,5	0,0	0,0

Dif. Ángulo respecto azimut	108,0	97,5	87,5	77,0	65,3	51,3	33,6	11,9	-11,9	-33,6	-51,3	-65,3	-77,0	-87,5	-97,5	-108,0
Ángulo horizontal (°)	-108,0	-97,5	-87,5	-77,0	-65,3	-51,3	-33,6	-11,9	11,9	33,6	51,3	65,3	77,0	87,5	97,5	108,0
Ángulo vertical (°)	90,0	90,0	72,1	56,6	53,5	52,2	51,6	51,3	51,3	51,6	52,2	53,5	56,6	72,1	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg H y V	104,2	93,3	82,2	71,2	60,6	51,1	43,6	39,3	39,3	43,6	51,1	60,6	71,2	82,2	93,3	104,2
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)	59,2	48,3	37,2	26,2	15,6	6,1	1,4	5,7	5,7	1,4	6,1	15,6	26,2	37,2	48,3	59,2
Rad. Directa Horaria	0,0	0,0	231,4	330,7	422,2	492,6	535,7	554,0	554,0	535,7	492,6	422,2	330,7	231,4	0,0	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	0,0	34,3	82,2	125,9	162,0	187,9	201,4	201,4	187,9	162,0	125,9	82,2	34,3	0,0	0,0
1587,1 23,6%																
Rad. Global Horaria	0,0	0,0	265,6	412,9	548,0	654,7	723,6	755,3	755,3	723,6	654,7	548,0	412,9	265,6	0,0	0,0
6720,1																
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	0,0	245,8	578,8	737,6	819,9	863,2	882,1	882,1	863,2	819,9	737,6	578,8	245,8	0,0	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	0,0	56,2	79,5	94,0	103,7	109,9	112,8	112,8	109,9	103,7	94,0	79,5	56,2	0,0	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	0,0	33,4	186,8	361,8	514,4	625,1	683,0	683,0	625,1	514,4	361,8	186,8	33,4	0,0	0,0
Irrad global horizontal	0,0	0,0	89,6	266,4	455,8	618,1	734,9	795,8	795,8	734,9	618,1	455,8	266,4	89,6	0,0	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	0,0	50,6	75,7	93,6	106,6	115,3	119,6	119,6	115,3	106,6	93,6	75,7	50,6	0,0	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	0,0	195,8	519,5	710,3	815,2	862,9	877,7	877,7	862,9	815,2	710,3	519,5	195,8	0,0	0,0
Irrad global máxima	0,0	0,0	246,5	595,2	803,9	918,8	978,2	997,3	997,3	978,2	918,8	803,9	595,2	246,5	0,0	0,0

Número de día del año=	288	Rad. Global sobre Horizontal	Constante solar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</
------------------------	-----	------------------------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,035	0,023	0,000	0,032	0,070	0,106	0,135	0,151	0,151	0,135	0,106	0,070	0,032	0,000	0,023	0,035
Rad. Global Horaria sobre H 3277,77	0,0	0,0	0,1	107,1	231,0	351,8	447,8	501,0	501,0	447,8	351,8	231,0	107,1	0,1	0,0	0,0
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,000	0,000	0,041	0,078	0,108	0,129	0,140	0,140	0,129	0,108	0,078	0,041	0,000	0,000	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 1294,11 39%	0,0	0,0	0,1	53,6	101,5	140,7	168,4	182,7	182,7	168,4	140,7	101,5	53,6	0,1	0,0	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	0,0	0,1	53,5	129,5	211,1	279,4	318,3	318,3	279,4	211,1	129,5	53,5	0,1	0,0	0,0

Dif. Ángulo respecto azimut	99,2	88,9	78,9	68,5	57,0	43,6	27,8	9,6	-9,6	-27,8	-43,6	-57,0	-68,5	-78,9	-88,9	-99,2
Ángulo horizontal (°)	-99,2	-88,9	-78,9	-68,5	-57,0	-43,6	-27,8	-9,6	9,6	27,8	43,6	57,0	68,5	78,9	88,9	99,2
Ángulo vertical (°)	90,0	90,0	0,1	27,3	34,6	37,7	39,1	39,7	39,7	39,1	37,7	34,6	27,3	0,1	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg Hy V	112,2	101,0	90,0	79,3	69,4	60,8	54,3	50,7	50,7	54,3	60,8	69,4	79,3	90,0	101,0	112,2
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (°)	67,2	56,0	45,0	34,3	24,4	15,8	9,3	5,7	5,7	9,3	15,8	24,4	34,3	45,0	56,0	67,2
Rad. Directa Horaria	0,0	0,0	141,2	238,2	335,1	416,5	472,6	500,2	500,2	472,6	416,5	335,1	238,2	141,2	0,0	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	0,0	0,1	48,9	93,4	130,4	156,9	170,7	170,7	156,9	130,4	93,4	48,9	0,1	0,0	0,0
1200,6 22,2%																
Rad. Global Horaria	0,0	0,0	141,3	287,1	428,5	546,9	629,4	670,8	670,8	629,4	546,9	428,5	287,1	141,3	0,0	0,0
5408,2																
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	0,0	0,1	357,6	613,0	735,5	796,7	822,8	822,8	796,7	735,5	613,0	357,6	0,1	0,0	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	0,0	4,6	63,7	82,3	93,8	100,8	104,1	104,1	100,8	93,8	82,3	63,7	4,6	0,0	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	0,0	0,0	66,4	215,7	358,6	464,9	521,0	521,0	464,9	358,6	215,7	66,4	0,0	0,0	0,0
Irrad global horizontal	0,0	0,0	4,6	130,1	298,0	452,4	565,7	625,1	625,1	565,7	452,4	298,0	130,1	4,6	0,0	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	0,0	4,1	58,2	79,0	93,3	102,6	107,2	107,2	102,6	93,3	79,0	58,2	4,1	0,0	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	0,0	0,1	295,4	558,2	707,6	786,2	818,7	818,7	786,2	707,6	558,2	295,4	0,1	0,0	0,0
Irrad global máxima	0,0	0,0	4,1	353,6	637,2	800,9	888,8	925,9	925,9	888,8	800,9	637,2	353,6	4,1	0,0	0,0

Número de día del año=	318	Rad. Global sobre Horizontal				Constante solar											
Latitud (°)	42	2762				H(w/hm2 día)=				lo w/m2= 1353				[en color azul figuran los datos del día]			
Radiación extraterrestre sobre horizontal para el día 318																	
Áng. Día (rad)	5.46	H <sub>0H</sub> (w/hm2 día)= 4347				Radiación difusa media mensual sobre superf. Horizontal											
Declinación (°)	-18					H <sub>dif</sub> = 828,6 (Valor utilizado modelo)											
Áng. Puesta sol ws (°)	72.9	Índice nubosidad				737,5 (Liu y Jordan, 1960, rango validez 0,3<Kt<0,7)											
		Kt=HI/Ho 0,64				778,9 (Page, 1961)											
a=	0,52	Hd/H 0,30				836,5 (Collares y Rabl, 1978)											
b=	0,55					828,6 (Gopinathan K.K. y Soler A., 1995)											
Horas de sol día= 9,72																	
Datos geométricos																	
Hora del día	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	
w (°)	-112,5	-97,5	-82,5	-67,5	-52,5	-37,5	-22,5	-7,5	7,5	22,5	37,5	52,5	67,5	82,5	97,5	112,5	
Acimut (°)	-90,9	-81,1	-71,6	-61,7	-50,7	-38,2	-24,0	-8,2	8,2	24,0	38,2	50,7	61,7	71,6	81,1	90,9	
Altura solar (°) día 318	-28,5	-17,4	-6,6	3,6	12,9	20,7	26,4	29,5	29,5	26,4	20,7	12,9	3,6	-6,6	-17,4	-28,5	

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,047	0,043	0,022	0,015	0,061	0,108	0,146	0,168	0,168	0,146	0,108	0,061	0,015	0,022	0,043	0,047
Rad. Global Horaria sobre H 2750,85	0,0	0,0	0,0	40,6	168,1	298,3	404,5	464,1	464,1	404,5	298,3	168,1	40,6	0,0	0,0	0,0
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,000	0,000	0,020	0,071	0,112	0,142	0,157	0,157	0,142	0,112	0,071	0,020	0,000	0,000	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 831,61 30%	0,0	0,0	0,0	16,6	58,7	93,1	117,4	130,0	130,0	117,4	93,1	58,7	16,6	0,0	0,0	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	0,0	0,0	24,0	109,4	205,2	287,1	334,1	334,1	287,1	205,2	109,4	24,0	0,0	0,0	0,0

Dif. Ángulo respecto azimut	90,9	81,1	71,6	61,7	50,7	38,2	24,0	8,2	-8,2	-24,0	-38,2	-50,7	-61,7	-71,6	-81,1	-90,9
Ángulo horizontal (*)	-90,9	-81,1	-71,6	-61,7	-50,7	-38,2	-24,0	-8,2	8,2	24,0	38,2	50,7	61,7	71,6	81,1	90,9
Ángulo vertical (*)	90,0	90,0	90,0	7,6	19,8	25,6	28,6	29,8	29,8	28,6	25,6	19,8	7,6	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg Hy V	118,5	107,4	96,6	86,4	77,1	69,3	63,6	60,5	60,5	63,6	69,3	77,1	86,4	96,6	107,4	118,5
Ángulo incidencia (*)	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Rad. Directa Horaria	73,5	62,4	51,6	41,4	32,1	24,3	18,6	15,5	15,5	18,6	24,3	32,1	41,4	51,6	62,4	73,5
Rad. Difusa Horaria	0,0	0,0	0,0	285,9	416,0	529,6	611,3	653,2	653,2	611,3	529,6	416,0	285,9	0,0	0,0	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	0,0	0,0	15,4	55,0	88,2	112,1	124,5	124,5	112,1	88,2	55,0	15,4	0,0	0,0	0,0
Rad. Global Horaria	790,4	13,7%														
Rad. Global Horaria	5782,3															
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	0,0	0,0	67,7	428,8	614,2	702,6	739,3	739,3	702,6	614,2	428,8	67,7	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	0,0	0,0	41,3	68,5	82,4	90,4	94,2	94,2	90,4	82,4	68,5	41,3	0,0	0,0	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	0,0	0,0	4,3	95,5	216,8	312,8	364,4	364,4	312,8	216,8	95,5	4,3	0,0	0,0	0,0
Irrad global horizontal	0,0	0,0	0,0	45,6	164,0	299,2	403,2	458,6	458,6	403,2	299,2	164,0	45,6	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	0,0	0,0	36,6	63,3	79,1	89,0	93,8	93,8	89,0	79,1	63,3	36,6	0,0	0,0	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	0,0	0,0	50,8	363,1	559,7	666,1	712,5	712,5	666,1	559,7	363,1	50,8	0,0	0,0	0,0
Irrad global máxima	0,0	0,0	0,0	87,5	426,4	638,8	755,1	806,4	806,4	755,1	638,8	426,4	87,5	0,0	0,0	0,0

Número de día del año=	344	Rad. Global sobre Horizontal	Constante solar																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</
------------------------	-----	------------------------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

H <sub>av</sub> /H <sub>s</sub> (globales sobre H)=	0,052	0,056	0,038	0,001	0,053	0,108	0,154	0,179	0,179	0,154	0,108	0,053	0,001	0,038	0,056	0,052
Rad. Global Horaria sobre H 2086,18	0,0	0,0	0,0	1,2	111,5	227,7	324,1	378,6	378,6	324,1	227,7	111,5	1,2	0,0	0,0	0,0
H <sub>av</sub> /H <sub>d</sub> (difusas sobre H)	0,000	0,000	0,000	0,001	0,063	0,114	0,149	0,168	0,168	0,149	0,114	0,063	0,001	0,000	0,000	0,000
Rad. Difusa Horaria sobre H 683,73 33%	0,0	0,0	0,0	0,6	43,5	78,5	103,3	116,1	116,1	103,3	78,5	43,5	0,6	0,0	0,0	0,0
Rad. Directa Horaria sobre H	0,0	0,0	0,0	0,7	68,0	149,2	220,8	262,6	262,6	220,8	149,2	68,0	0,7	0,0	0,0	0,0

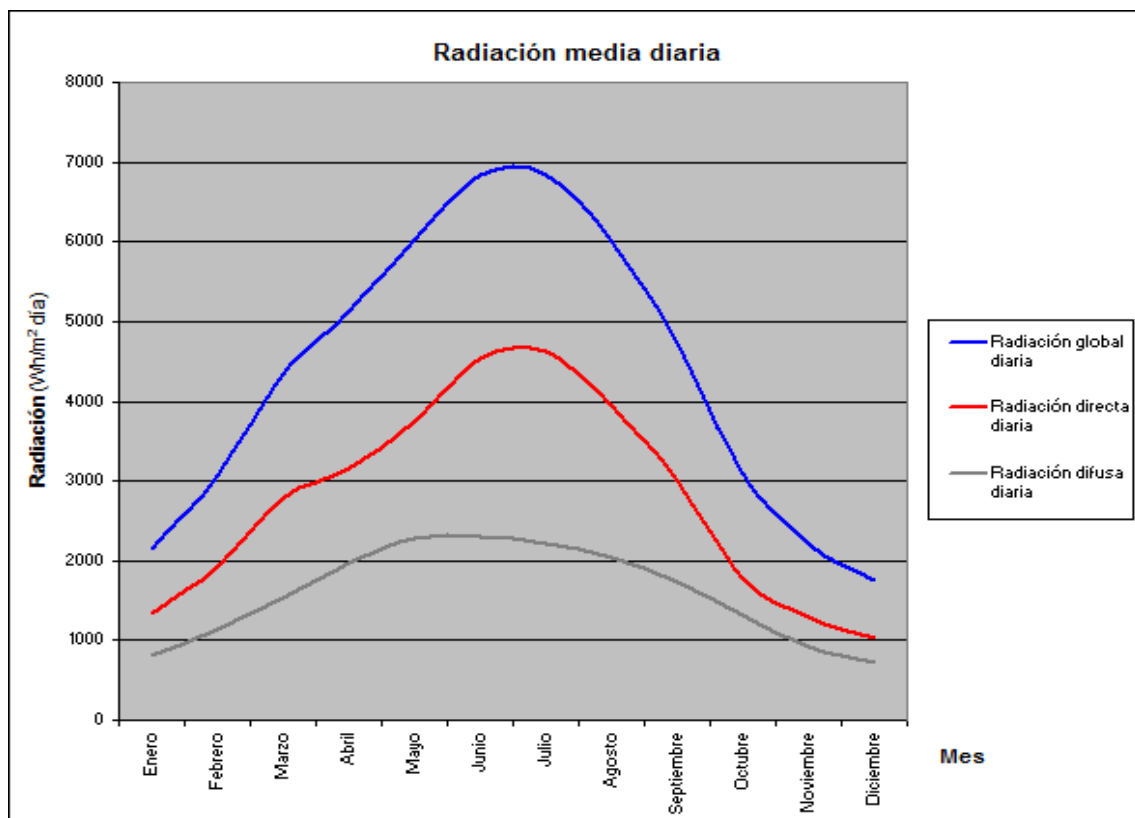
Dif. Ángulo respecto azimut	86,5	77,2	68,0	58,4	47,8	35,8	22,3	7,6	-7,6	-22,3	-35,8	-47,8	-58,4	-68,0	-77,2	-86,5
Ángulo horizontal (*)	-86,5	-77,2	-68,0	-58,4	-47,8	-35,8	-22,3	-7,6	7,6	22,3	35,8	47,8	58,4	68,0	77,2	86,5
Ángulo vertical (*)	90,0	90,0	90,0	0,2	13,3	20,0	23,5	25,0	25,0	23,5	20,0	13,3	0,2	90,0	90,0	90,0
Ángulo inclinación con seg H y V	121,5	110,4	99,8	89,9	81,0	73,5	68,1	65,2	65,2	68,1	73,5	81,0	89,9	99,8	110,4	121,5
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Ángulo incidencia (*)	76,5	65,4	54,8	44,9	36,0	28,5	23,1	20,2	20,2	23,1	28,5	36,0	44,9	54,8	65,4	76,5
Rad. Directa Horaria	0,0	0,0	0,0	226,2	350,8	462,7	545,1	588,2	588,2	545,1	462,7	350,8	226,2	0,0	0,0	0,0
Rad. Difusa Horaria	0,0	0,0	0,0	0,5	40,4	73,7	97,6	110,2	110,2	97,6	73,7	40,4	0,5	0,0	0,0	0,0
	644,7	12,9%														
Rad. Global Horaria	0,0	0,0	0,0	226,7	391,2	536,4	642,7	698,4	698,4	642,7	536,4	391,2	226,7	0,0	0,0	0,0
	4990,8															
(W/m²)																
Irradiancia máxima	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Irrad directa	0,0	0,0	0,0	0,2	295,1	526,1	635,3	680,0	680,0	635,3	526,1	295,1	0,2	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre horiz	0,0	0,0	0,0	10,6	59,6	75,5	84,2	88,3	88,3	84,2	75,5	59,6	10,6	0,0	0,0	0,0
Irrad directa horizontal	0,0	0,0	0,0	0,0	46,3	149,0	236,7	284,8	284,8	236,7	149,0	46,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Irrad global horizontal	0,0	0,0	0,0	10,6	105,9	224,5	320,9	373,0	373,0	320,9	224,5	105,9	10,6	0,0	0,0	0,0
Irrad difusa sobre superf	0,0	0,0	0,0	9,3	54,0	71,0	81,3	86,3	86,3	81,3	71,0	54,0	9,3	0,0	0,0	0,0
Irrad directa sobre superf	0,0	0,0	0,0	0,1	238,8	462,1	584,2	638,0	638,0	584,2	462,1	238,8	0,1	0,0	0,0	0,0
Irrad global máxima	0,0	0,0	0,0	9,5	292,8	533,1	665,5	724,2	724,2	665,5	533,1	292,8	9,5	0,0	0,0	0,0



Población: Pradejón.

	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	
Rad. Glob. Horiz. (Wh/m² día)	1786	2712	4001	4957	5944	6821	6791	5836	4472	2828	1906	1470	
Nº día de mes	17	47	75	105	135	162	198	228	258	288	318	344	
Nº días en mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Nº horas insolación	95	121	170	175	214	258	302	283	218	160	108	85	
Nº horas de sol máx diaria	9,3	10,4	11,8	13,2	14,4	15,0	14,8	13,7	12,4	11,0	9,7	9,0	
Factor insolación	0,33	0,414	0,467	0,443	0,48	0,572	0,659	0,664	0,586	0,47	0,371	0,305	
HGOH (RG extrarrestre sobre	3792	5347	7319	9353	10836	11478	11185	10010	8205	6116	4300	3428	
Radiación global sobre horizontal a partir de los datos de insolación (Wh/m² día)													
Dogniaux R. et al (1983)	1570	2455	3565	4439	5354	6237	6600	5933	4519	2989	1875	1374	Wh/m² día
Soler A. et al (1993)	1485	2351	3437	4267	5170	6081	6483	5830	4412	2882	1785	1293	Wh/m² día

Latitud población (*)=	42,3																
Orientación superficie (*)=	18																
(0=sur; 90=oeste; -90=este)																	



	Energía sobre paneles en kWh/m2	Energía producida en kWh.
Enero	58,08	7.215,49
Febrero	79,03	9.817,56
Marzo	114,95	14.279,88
Abril	138,45	17.198,29
Mayo	173,35	21.534,01
Junio	194,29	24.134,87
Julio	207,02	25.716,90
Agosto	183,12	22.747,66
Septiembre	135,08	16.779,88
Octubre	97,86	12.156,44
Noviembre	61,11	7.591,45
Diciembre	46,20	5.739,54
<b>Suma</b>	<b>1.488,54</b>	<b>184.911,97</b>

Rendimiento generación en %	13,41
M2 de paneles para 120 kW	955
Rendimiento transporte y transferencia en %	97





# **CALCULO DE POTENCIA INSTALADA**

## **1 Cálculo de pérdidas por orientación:**

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo con las pérdidas máximas admisibles

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- a) ángulo de inclinación,  $\beta$  definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0 para módulos horizontales y  $90^\circ$  para módulos verticales
- b) ángulo de acimut,  $\alpha$  definido el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Valores típicos son  $0^\circ$  para módulos orientados al Sur, y  $-90^\circ$  para módulos orientados al este, y  $+90^\circ$  para módulos orientados al oeste.

1º- Determinando el ángulo de acimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptimas establecidas. Para una latitud de  $\psi=42.3^\circ$

- a) conocido el ángulo de acimut, determinamos los límites de inclinación para el caso de latitud de  $\psi=42.3$ . Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%, para superposición del 20% y para integración arquitectónica del 40%. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de acimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima;
- b) no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud  $\psi=42.3^\circ$  y se corrigen de acuerdo a lo indicado a continuación.

2º- Se corrigen los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de  $41^\circ$  de acuerdo a la siguiente fórmula:

- a) inclinación máxima:  $42.3 - \beta$
- b) inclinación mínima:  $\beta - \text{latitud}$

3º- En casos cerca del límite y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

Para :  $15 < \beta < 90^\circ$  Pérdidas =  $100 \times (1.2 \times 10^{-4} \times (\beta - \psi + 10)^2 + 3.5 \times 10^{-5}) \times \alpha$

Para :  $\beta < 15^\circ$  Pérdidas =  $100 \times (1.2 \times 10^{-4} \times (\beta - \psi + 10) \times 2$

En nuestro caso la inclinación del módulo fotovoltaico es  $10^\circ$  sobre la horizontal y  $18^\circ$  al oeste respecto al Sur las pérdidas que obtenemos son de un 5%

$\alpha, \beta, \psi$ , se miden en grados sexagesimales, siendo  $\psi$  la latitud del lugar.

## **2 Cálculo de potencia a la salida de paneles**

Consideramos un 1.5% de pérdidas en corriente continua y un 2% de pérdida en corriente alterna

$$P = n^{\circ} \text{ de paneles} \times P_{\text{maxima de una placa}} = 748 \times 180 = 134.640 \text{ W}$$

$$P_{\text{instalada}} = 134.64 \text{ KW}$$

$\mu_f$  = pérdidas del fabricante

$\mu_s$  = pérdidas por suciedad

$\mu_c$  = pérdidas por inclinación y sombras

$$\mu_i = \text{pérdidas de la instalación} = \mu_f \times \mu_s \times \mu_c = 0.98 \times 0.98 \times 0.95 = 0.912$$

$$\text{Potencia salida paneles} = 134.64 \times 0.12 = 122.79 \text{ KW}$$

## **3 Cálculo de potencia a la entrada de los inversores**

$\mu_c$  = pérdidas en corriente continua debido al cableado y a conexiones

$$\mu_c = 99\%$$

$$\text{Potencia entrada inversor} = P_{\text{salida paneles}} \times \mu_c = 122791.68 \times 0.99 = 121563.76 \text{ W}$$

$$P_{ei} = 121.5 \text{ KW}$$

## **4 Cálculo de potencia a la salida de los inversores**

La potencia de salida de inversores depende de la potencia de entrada al inversor y las pérdidas del propio inversor  $\mu_i = 0.98$

$$\text{Potencia salida inversor} = P_{\text{entrada inversor}} \times \mu_i = 121563.76 \times 0.98 = 119132.48 \text{ W}$$

Todos estos cálculos se realizan en condiciones ideales:

Temperatura de la célula = 20°C.

Radiación = 1000W/m<sup>2</sup>

Posición = perpendicular al sol.

Sombras = Sin sombras

## 5 Distancia entre paneles:

En el caso de instalar varias filas de paneles como en nuestro caso, debemos situarlas de manera que no se den sombra entre ellas y que, por otro lado, ocupen el menor terreno posible, por ahorro en m<sup>2</sup> y en los cables de la instalación.

Para saber la distancia entre paneles, una vez sabemos la inclinación que van a tener nuestros módulos  $\beta = 10^\circ$ , fijamos una altura solar que nos cubra las dos horas más próximas al cenit en el mes donde menos altura coge el sol, para tener durante todo el año un mínimo de sombras en la instalación.

En nuestro caso el mes que menos altura solar tiene es Diciembre, donde el sol coge una altura solar de  $25^\circ$ , entonces la instalación debe ser instalada para una altura solar de  $20^\circ$ , para cubrir las dos horas mas cercanas al cenit.

Con esta altura solar calculamos la distancia entre paneles:

Para la parte de la cubierta que da a la cara sur oeste la distancia entre paneles es de 47cm.  $\alpha=20^\circ$

Formula:  $D = (h \text{ placa} \times \sin(180-90-\alpha)) / \sin \alpha$

Para la cara opuesta a esta, la distancia entre paneles entre paneles es de 115.0cm

Formula:  $D = (h \text{ placa} \times \sin(180-90-\alpha)) / \sin \alpha$

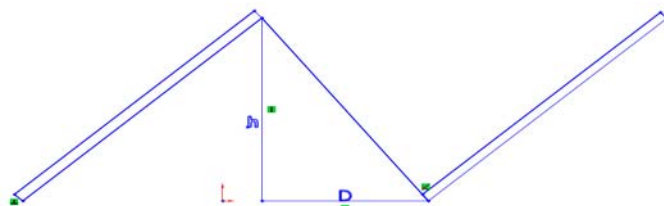
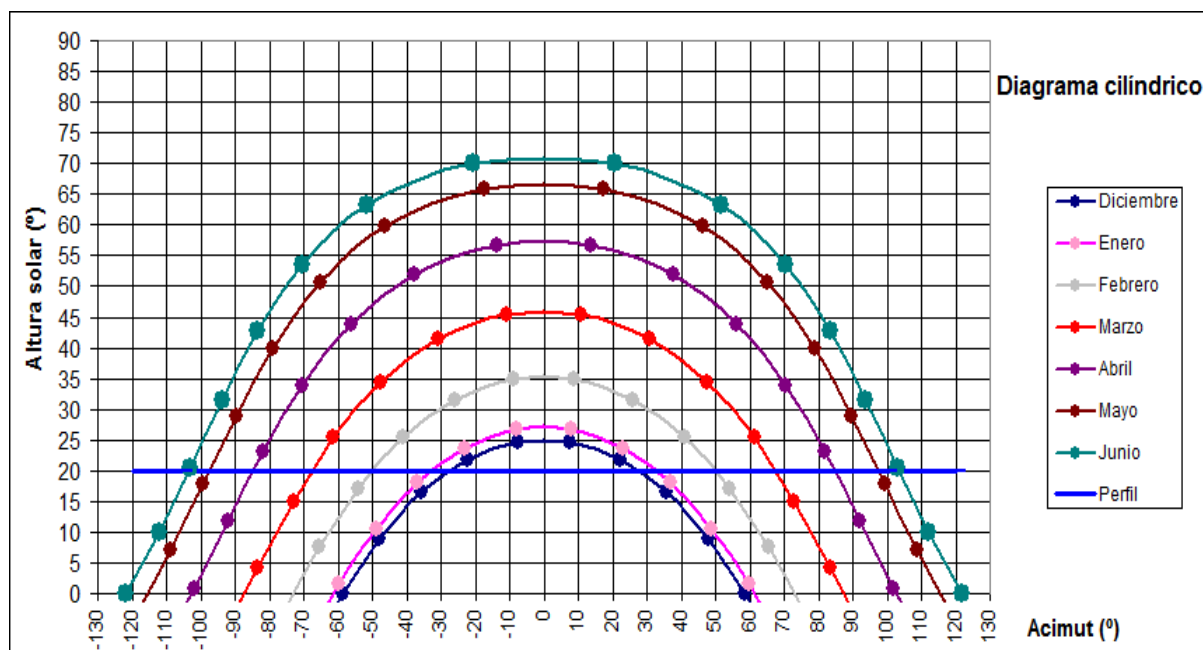


Diagrama cilíndrico:



## 6 Cálculo de sombras

Tabla de sombras para una altura solar de 20° sobre la horizontal.  
Según la altura solar que se vaya a dar para el cálculo, dibujamos el diagrama cilíndrico una línea recta a los grados calculados con el fin de tener una idea de las horas donde las placas van a tener sombra.

(0=sin sombra; 1=sombra durante toda la hora)

Sombra	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
Enero	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Febrero	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Marzo	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Abril	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
Mayo	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
Junio	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
Julio	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
Agosto	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00
Septiembre	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Octubre	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Noviembre	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Diciembre	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

# CALCULO LINEA AEREA DE ALTA TENSIÓN

## **1 Cálculos eléctricos.**

### Características de la línea.

Denominación del conductor .....	LA-56
Número de circuitos .....	1
Tensión compuesta entre fase actual .....	13.200 V.
Tensión compuesta entre fase futura .....	20.000 V.
Potencia máxima a transportar .....	1.260 KVA.
Naturaleza del conductor .....	Aluminio acero
Diámetro del conductor .....	9,45 mm.
Sección de aluminio .....	46,8 mm <sup>2</sup>
Sección de acero .....	7,8 mm <sup>2</sup>
Sección total .....	54,6 mm <sup>2</sup>
Composición del conductor .....	6 hilos de Al de Ø 3,15 mm y 1 hilo de AC de Ø 3,15 mm.
Frecuencia .....	50 periodos/segundo
Distancia entre conductores .....	1,5 m.
Longitud del ultimo vano de la línea .....	92 m.

### Intensidad máxima.

Para una potencia de 2.532 KVA y una tensión de servicio de 13,2 KV la intensidad máxima será:

$$I = \frac{2.520}{\sqrt{3} \cdot 13,2} = 110,22 \text{ A.}$$

Este valor implica una densidad de corriente:

$$d = \frac{2.520}{46,8} = 2,35 < 2,9 \text{ (Artículo 22).}$$

### Aislamiento.

Aún cuando la tensión de servicio sea 13,2 KV se proyectará el aislamiento para 20 KV siendo ésta la tensión futura de la red.

El nivel de aislamiento será:

Tensión de ensayo al choque .....	125 KV
Tensión de ensayo en frecuencia industrial .....	50 KV



Las cadenas proyectadas compuestas por dos aisladores tipo U70-BS tienen las siguientes características:

Tensión de choque con onda 1,2/50 $\mu$ s .....	215 KV
Tensión de ensayo a frecuencia industrial durante 1 minuto bajo lluvia .....	72 KV eficaces
Tensión mínima de conductores en seco .....	130 KV
Valores superiores a los reglamentados.	

## **2 Cálculos mecánicos**

Las características mecánicas del conductor son las siguientes:

- Diámetro .....	9,45 mm.
- Peso .....	0,189 Kg/m.
- Carga de rotura .....	1.670 Kg.
- Módulo de elasticidad .....	8.100 Kg/Km <sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación .....	19,1 x 10 <sup>-6</sup> por °C
- Relación peso/sección .....	0,00346

### **Hipótesis de cálculo.**

El trazado de la línea discurre por zonas por debajo de los 500 m. de altitud correspondientes a la zona A.

No se considerará sobrecarga de hielo.

### **APOYO nº 622 ANCLAJE Y FIN DE LINEA.**

#### **Anclaje:**

Hipótesis de viento 1ª:

$$F_t = P_v \times n \times d \times L = 58,86 \times 3 \times 0,00945 \times 122 = 203,58 \text{ kg}$$

Hipótesis 3ª. Desequilibrio de tracciones:

$$F_l = 0,50 \times n \times T_m = 0,50 \times 3 \times 424 = 636 \text{ kg}$$

Esfuerzo total = 203,58 + 636 = 839,56 kg como anclaje

Hipótesis 4ª. Rotura de conductores

$$F_t = 1,5 \times T_m = 1,5 \times 424 = 636 \text{ kg}$$

Fin de línea:

Hipótesis de viento 1ª:

$$F_L = n \times Tm = 3 \times 331 = 993kg$$

$$Ft = Pv \times n \times d \times L = 58,86 \times 3 \times 0,00945 \times 10 = 16,68kg$$

$$\text{Esfuerzo total} = 993 + 16,68 = 1.009,68 \text{ kg}$$

$$\text{Esfuerzo total en el apoyo} = 839,58 + 1009,68 = 1.849,26 \text{ kg}$$

**El esfuerzo total a soportar por el apoyo es inferior a 2000 kg que es el esfuerzo máximo que aguanta la torre C-2000 elegida para sustituir el apoyo nº 622 existente, luego la torre tipo C-2000 es válida**

APOYO nº 388: FIN DE LÍNEA.

Hipótesis de viento 1ª:

$$F_L = n \times Tm = 3 \times 331 = 993kg$$

$$Ft = Pv \times n \times d \times L = 58,86 \times 3 \times 0,00945 \times 10 = 16,68kg$$

$$\text{Esfuerzo total} = 993 + 16,68 = 1.009,68 \text{ kg}$$

Hipótesis 4ª. Rotura de conductores

$$Ft = 1,5 \times Tm = 1,5 \times 331 = 496,5kg$$

$$\text{Esfuerzo total a soportar por el apoyo} = 1.009,68 \text{ kg}$$

**El esfuerzo total a soportar por el apoyo es inferior a 2000 kg que es el esfuerzo máximo que aguanta la torre C-2000 elegida para el nuevo apoyo nº 388, luego la torre tipo C-2000 es válida**

## BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Reglamento técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión
- RCE: Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- Sistemas Solares Fotovoltaicos. Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones. (Javier Martín Jimenez)
- Electricidad Solar Fotovoltaica. Radiación Solar y Dispositivos Fotovoltaicos. (E. Lorenzo)
- Estimación de la Radiación Solar y Aplicaciones. (Miguel Angel Hernandez )
- Teoría de Estructura. (Jesús Zurita)
- Código Técnico de la Edificación
- Catálogos: Suntech (STP 180-24-Ad ), módulos fotovoltaicos
- Catálogos: Extrusun, estructura de aluminio
- Catálogos: Ingeteam, inversores, comunicación...
- Normas de la compañía IBERDROLA
- Normas UNE



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED  
EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

## II PLIEGO DE CONDICIONES

Pablo Castillejo Segura

José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 30 de Junio de 2011



## **CAPITULO -I-**

### **PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**

#### **FUNCION GENERICA DE LA DIRECCION FACULTATIVA DE LAS OBRAS.**

La función genérica de la Dirección Facultativa de las obras es la dirección, vigilancia y coordinación de los trabajos comprendidos en la obra con autoridad técnica legal completa. Esta autoridad es extensiva tanto a la obra en sí, como a las obras e instalaciones complementarias e incluso a las personas y medios que intervengan en la obra directa o indirectamente, siempre que estén ubicadas en la obra o relacionados directamente con ella (subcontratistas, suministradores, proveedores, etc...).

La Dirección Facultativa podrá disponer la sustitución por otros, de los empleados, trabajadores o empresas subcontratistas que por su actitud entorpezcan de cualquier forma, el desarrollo normal de las obras.

#### **OFICINA DE DIRECCION DE OBRA.**

El adjudicatario habilitará en la obra una oficina debidamente acondicionada como lugar de trabajo de la Dirección Facultativa de acuerdo con el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la que existirá una mesa o tablero adecuado en el que puedan extenderse y consultarse planos y mobiliario para poder realizar reuniones de dirección de nueve personas.

Además dispondrá como mínimo de los siguientes medios auxiliares de escritorio: calculadora con impresora, panel de corcho de 2 x 1,5 m, pizarra plástica de 1 x 1 m, teléfono fotocopidora y fax. Así mismo se dispondrá de un armario para guardar el libro de control y demás documentos del proyecto, y otro armario para guardar los cascos y ropa de obra usada por la Dirección Facultativa.

En esta oficina, el Adjudicatario tendrá siempre una copia de todos los documentos del proyecto, así como de los planos de obra complementarios o sustitutivos de los de Proyecto y de los de montaje debidamente firmados y autorizados por la Dirección Facultativa para su ejecución y de las muestras de materiales que le hayan sido exigidas.

Los costes de todo lo anteriormente expuesto serán considerados como gastos generales de la obra y por tanto no devengarán coste adicional alguno.



## **DOCUMENTACION A PRESENTAR POR EL ADJUDICATARIO**

### **1- Antes del comienzo de la obra.**

En la documentación, que presente el Adjudicatario deberá quedar reflejado como mínimo lo siguiente:

- Cualificación profesional y cargo del personal interviniente en la obra.
- Medios mecánicos y técnicos a disposición de la obra.
- Seguros de responsabilidad.
- Acreditación de inscripciones en la Seguridad Social.
  - Planning detallado indicando claramente los medios técnicos y humanos a emplear en cada actividad así como su duración que deberá ser como máximo la establecida en el contrato o subsidiariamente en las bases de concurso o en el proyecto.
  - Nombramiento del representante del adjudicatario.
  - Nombramiento del Técnico de Seguridad
  - Seguro de accidentes.
  - Documento de calificación empresarial.
  - Valoración de mano de obra.
  - Autorización de vertido de escombros.
  - Plan de seguridad y vigilancia de la obras.
  - Plan de acopio de materiales.

### **2- Durante la ejecución de la obra.**

#### **a) Planos de montaje.**

El adjudicatario está obligado a presentar los planos de montaje de las instalaciones que vaya a realizar antes de comenzar una instalación. Se entienden como planos de montaje los que sean necesarios para que los operarios puedan realizar perfectamente la instalación con ellos.

Estos planos comprenderán vistas en planta y secciones verticales completas, así como los detalles que sean necesarios para definir algunos puntos o cruzamientos especialmente complicados.

Los planos se dibujarán a escala adecuada y convenientemente dimensionados. Se presentarán a la Dirección Facultativa cuatro copias: para la Propiedad, para la obra, para el Adjudicatario y para la Dirección Facultativa.



Cualquier trabajo realizado por el Adjudicatario que haya sido hecho sin la aprobación del plano de montaje por la Dirección Facultativa, será responsabilidad del Adjudicatario, estando obligado a demoler a su costa lo que la Dirección Facultativa considere inadecuado para el resto de la obra.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de paralizar las correspondientes unidades de obra para las cuales no se hubiera presentado plano de montaje. De la demora que de ello se derive será responsable únicamente el Adjudicatario.

b) Muestras de materiales.

El Adjudicatario presentará muestra de los materiales que vayan a usarse o de aquellos otros que se lo solicite la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa podrá rechazar o hacer derribar cualquier unidad de obra que hubiera sido realizada sin haberse aprobado previamente la correspondiente muestra del material usado en esa unidad, sin que ello suponga costo adicional alguno.

c) Catálogos o información técnica de los materiales a emplear.

El Adjudicatario estará obligado a presentar, en castellano, los documentos, que relativos a las características técnicas y/o de funcionamiento y de instalación, le sean pedidos por la Dirección Facultativa; en otro caso la Dirección Facultativa se reserva el derecho de rechazar esos materiales, aunque hayan sido adquiridos por el Adjudicatario y figuren en el Proyecto.

d) Valoraciones o estimaciones de costos.

El Adjudicatario, a petición de la Dirección Facultativa, deberá presentar estimaciones económicas que permitan, durante el transcurso de la obra, tener un conocimiento detallado de lo que supondrá el coste final y total de las obras proyectadas con las modificaciones que se hayan ido introduciendo o que se prevean que vaya a ser necesario introducir.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de no conformar las certificaciones de obra en tanto que el Adjudicatario no presente las anteriores valoraciones.

### **3- Al finalizar la obra.**

a) Documentación final.

Previamente a la recepción provisional de la obra, el Adjudicatario deberá presentar una colección COMPLETA Y ACTUALIZADA de planos y de catálogos en castellano y por triplicado en los que quede suficientemente reflejada la obra realizada. Además presentará la documentación que le indique la Dirección Facultativa relativa a instrucciones de mantenimiento, uso y conservación. Los planos deberán ser delineados por el Adjudicatario, no siendo

válidos los iniciales del proyecto complementados con datos, detalles o nuevos planos de D.F. sobre reformas. Deberán reflejar de forma unitaria y completa la obra realizada. El tipo y de formato y presentación lo decidirá la D.F.

La no presentación de la documentación final implicará la imposibilidad de realizar la recepción provisional con las consecuencias que de ello se deriven.

### **VISITAS DE LA OBRA.**

El Adjudicatario velará para que la obra no sea visitada por personas ajenas a la misma y arbitrará los medios que considere oportunos para este fin.

El adjudicatario, sin embargo, no opondrá reparos al acceso de la Propiedad a la obra, siempre que con ello no se derive perjuicio para la misma en cuyo caso podrá exigir que la Propiedad asista cuando lo ordene la Dirección Facultativa y acompañada de ésta.

Cualquier observación técnica que pueda derivarse de éstas visitas de la Propiedad, deberán ser hechas al Adjudicatario a través de la Dirección Facultativa.

En consecuencia, los trabajos que realice el Adjudicatario indicados por la Propiedad pero sin haber sido aprobados por la Dirección Facultativa, serán de la exclusiva responsabilidad del Adjudicatario.

### **COMIENZO DE LAS OBRAS.**

La comprobación del Replanteo tendrá lugar antes de los 15 días de la firma del Contrato.

El Adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los 15 días siguientes al acta de replanteo.

Dicha fecha se considerará como la de comienzo de obra para todos los efectos de planificación.

El Adjudicatario no podrá alegar daños y perjuicios por los retrasos en el inicio de la obras, que pudieran originarse por motivos ajenos a él

## **PLAZO DE EJECUCION DE LAS OBRAS.**

El Adjudicatario habrá de realizar la obra completa objeto de este Proyecto, salvo causa de fuerza mayor, en el plazo que se fije en el contrato contando a partir de la fecha del Acta de Replanteo. No obstante lo anterior, el Adjudicatario podrá reducir el plazo de duración de las obras contando con la aprobación previa de la Dirección Facultativa y de la Propiedad.

Para que un retraso en la ejecución pueda ser admitido sin penalización, serán exigibles:

- Escrito con acuse de recibo de la Propiedad o de la Dirección Facultativa, indicando la fecha y el motivo alegado para incurrir en demora de plazo.
- Certificado de la Dirección Facultativa expresando claramente que la demora producida se debe a causa de fuerza mayor.

En ningún caso se aceptarán como causas de fuerza mayor las siguientes:

La falta o dificultad de encontrar operarios o materiales de sus proveedores. Esto no será de aplicación en el caso de que los proveedores puedan demostrar una causa de fuerza mayor y sea aceptada como tal por la Dirección Facultativa. No será eximente el hecho de que los materiales proyectados estén definidos de una determinada marca comercial ya que el Adjudicatario al presentar su oferta deberá haber comprobado que con los plazos dados por esa empresa le es posible cumplir el plazo de ejecución de la obra y por lo tanto acepta la penalización correspondiente aun en el caso de incumplimiento de plazo de esa empresa a la cual, a su vez, podrá exigir responsabilidades.

Si el Adjudicatario considera que con el plazo de entrega indicado por los fabricantes, no va poder cumplir el plazo de terminación de obra que se indique en las Bases de Concurso, deberá hacerlo constar así en su oferta indicando las causas que puedan originar esa demora.

- La realización de reformas o ampliaciones propuestas por la Propiedad, que sean comunicadas a través de la Dirección Facultativa con antelación suficiente y que no excedan del veinte por ciento (20 %) sobre el total del Presupuesto de Ejecución por Contrata, siempre y cuando no se de alguna circunstancia de causa mayor para el suministro de materiales.

Toda variación de la obra, superior al porcentaje señalado, deberá ser objeto de acuerdo expreso entre los contratantes en cuanto a precio y plazo, manteniéndose no obstante, el plazo contratado para el resto de la obra.

- Los paros laborales internos de la Empresa del Adjudicatario y que no sean, al menos, de todo su sector.

## **CURSO DE LAS OBRAS Y REGIMEN DE PRIORIDAD.**

Con anterioridad a la firma del acta de replanteo, el Adjudicatario presentará a la Dirección Facultativa un planning de ejecución de obra en el que deberá quedar claramente reflejado:

- a) Plazo total de ejecución de la obra que deberá coincidir con el indicado en el proyecto o en la licitación.
- b) Descomposición en plazos parciales de todas las actividades o gremios intervinientes en la obra.
- c) Número de gremios que trabajará en cada uno de los plazos parciales.
- d) Coste unitario de cada uno de los plazos parciales.
- e) Compromiso escrito de los proveedores de cumplimiento de los plazos acordados en relación a los materiales que se van a instalar en la obra.

Será potestativo de la Dirección Facultativa señalar la forma de ejecución de las obras y su orden de prelación, pudiendo dar prioridad al desarrollo de unas zonas con respecto a las otras por el simple hecho de que a su juicio se considera más urgente su realización.

La Dirección Facultativa, se reserva la facultad de no autorizar el comienzo de determinadas unidades de obra hasta que el Adjudicatario no tenga acopiados en el mismo tajo los materiales que se precisen en esa unidad.

No obstante, si el Adjudicatario considera que la orden dada por la Dirección Facultativa para el comienzo inmediato de una unidad de obra, puede ocasionar futuros defectos en ella o en otra parte de la misma, deberá hacerlo constar en el Libro de Control antes de ejecutarla, entendiéndose a todos los efectos que si el Adjudicatario la realiza sin haber puesto objeción escrita, se hace único responsable de los posibles defectos que pudieran aparecer posteriormente.

Si alguna de éstas decisiones supusiera un cambio notorio en el desarrollo del plan de obra en vigor, deberá ser notificada por el Adjudicatario con cinco (5) días de antelación. El plan de obra y los plazos parciales será los que figuren en el anexo del Contrato, salvo modificación ordenada o aprobada por la Dirección Facultativa.

## **PLAZOS PARCIALES.**

Para un mejor control de la marcha de la obra, la Dirección Facultativa podrá establecer plazos parciales mensuales a cuyo vencimiento se comparará la obra realmente ejecutada a origen con la prevista en el plan de obra (simulación de certificaciones anticipadas).

La Dirección Facultativa se reserva la facultad de que las posibles penalizaciones correspondientes a esos plazos parciales sean consideradas como definitivas y no recuperables aunque el plazo final de la obra haya sido cumplido.

## **ALCANCE DE LOS PRECIOS.**

La valoración de los precios unitarios se hará de acuerdo a la justificación de precios que figure en el proyecto, entendiéndose que:

El concepto “material” comprende el coste del material completo puesto en su lugar de origen y valorada al precio que le pueda costar al Adjudicatario, o sea una vez descontado del precio de tarifa oficial el correspondiente descuento comercial.

El concepto “mano de obra” comprende el coste de la mano de obra necesaria para la realización COMPLETA de esa unidad de trabajo, incluyendo por tanto, cualquier tipo de gravamen que afecte a los operarios (sueldo, horas extraordinarias, seguridad social, etc...).

El concepto “medios auxiliares” comprende el coste de todos aquellos otros conceptos distintos a los dos anteriores que afecten a esa unidad de obra, tales como: transporte, grúas, acarreo, pintura, limpieza, pruebas, maquinaria auxiliar, impuestos de cualquier tipo, señalizaciones, etc... de tal forma que la suma de los tres conceptos anteriores suponga el coste de la unidad de obra TOTALMENTE acabada y en condiciones de PERFECTO funcionamiento. La suma de esos tres costes extendidos a todas las unidades de la obra constituye el concepto “Presupuesto de Ejecución Material”. En el caso de que en el proyecto no figure una justificación de precios, el precio unitario que figure en el presupuesto equivaldrá a todos los efectos, a la suma de los tres conceptos anteriores.

El concepto “Pruebas y mediciones” está destinado a financiar los costes que se originen al Adjudicatario por la realización de las pruebas que ordene la Dirección Facultativa a los gastos que suponen las ayudas para la confección de mediciones.

Si el coste de las pruebas ordenadas fuera superior a la cantidad destinada a ese fin, la Propiedad correrá con el sobre-coste cuando el resultado de las pruebas demuestre que lo realizado o ensayado cumple la calidad exigida en el proyecto. En otro caso, ese sobre-coste correrá a cargo del Adjudicatario, el cual llevará una contabilización o justificación de los gastos originados por estos conceptos.

El concepto “Gastos generales y Fiscales” comprende todos los gastos que de forma indirecta repercuten sobre el coste del conjunto de las unidades de obra y que no hayan sido explícitamente incluidos en los conceptos anteriores.

Así, en gastos generales se incluyen los costes derivados del personal técnico, directivo, administrativo de la empresa, encargados de obras, los gastos de limpieza de obra y de pruebas y puestas en marcha, los impuestos que graviten sobre el Adjudicatario excepto el IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO (I.V.A.) y cualquier otro coste originado por la realización de la obra.

El concepto “Beneficio Industrial” comprende el coste que se carga a la obra como beneficio industrial del trabajo realizado por el Adjudicatario.

La suma del Presupuesto de Ejecución Material más los costes correspondientes a Pruebas y mediciones, Gastos Generales y Beneficio Industrial supone el coste TOTAL Y COMPLETO de la obra, y se denomina “Presupuesto de Ejecución por Contrata”.

### **MARCAS.**

Las marcas se entienden como características a cumplir, pudiéndose admitir en algunos casos marcas “similares”. Para admitir una marca “similar” se deberán presentar muestras, documentación oficial, catálogos y referencias de obras e instalaciones similares en la que se demuestre la eficacia y buen resultado a lo largo de 5 años como mínimo.

Antes de realizar los pedidos de cualquier material que sea diferente a la oferta base del Proyecto, habrá que solicitar por escrito a la D.O. y reflejarlo en el libro de ordenes.

En el caso que la Dirección Facultativa considera que el producto o material no es similar podrá realizar las tres opciones siguientes:

- a) Admitirlo y pagarlo al precio del proyecto.
- b) Admitirlo pero llegado a un pacto sobre la cuantía económica.
- c) Rechazarlo.

### **ABONO DE LA OBRA EJECUTADA.**

El Adjudicatario tendrá derecho al abono de las unidades de obra realmente ejecutadas, según conformidad por parte de la Dirección Facultativa de las mediciones correspondientes, de acuerdo a los criterios de medición y valoración establecidos en el presente Proyecto.

El adjudicatario confeccionará y presentará certificaciones parciales.

Las mediciones se realizarán siguiendo el criterio y orden impuesto en el Presupuesto del Proyecto y las indicaciones formales recibidas de la Dirección Facultativa quien a su vez, si procede dará la conformidad en un plazo máximo de diez (10) días. Se entenderá que la certificación presentada es conforme ante la Propiedad, si no se ha recibido ninguna contestación por parte de la Dirección Facultativa en ese plazo. En caso de disconformidad y en ese mismo plazo, la Dirección Facultativa indicará las correcciones que considere necesarias.

Para el abono del importe de las certificaciones, deberán ser firmadas por el Adjudicatario y conformadas por la Dirección Facultativa.

Tendrán el carácter de liquidaciones parciales a buena cuenta sujetas a rectificaciones y variaciones que resulten de la comprobación final de la obra, no suponiendo dichas certificaciones, ni su pago, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las certificaciones se realizarán a origen, descontando porcentualmente las cantidades anticipadas de material acopiado. Esto será de aplicación en el caso de que en el contrato de adjudicación se haya fijado unos pagos por acopios.

El abono de las certificaciones se realizará según lo estipulado en el Contrato de Adjudicación.

### **PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

Para la valoración de las unidades de obra no previstas en el Proyecto, se concertarán previamente a su ejecución, precios contradictorios entre el Adjudicatario y la Dirección Facultativa, en base a los de unidades similares del Cuadro de Precios Nº 1 (o en su defecto del Presupuesto) y si no existen, en base a criterios similares a los empleados en la valoración de las demás unidades del Proyecto. En caso de no llegarse a un acuerdo en dichos precios, prevalecerá el criterio de la Dirección Facultativa, la cual deberá justificar técnicamente su valoración.

No obstante lo dicho anteriormente, la Dirección Facultativa se reserva la posibilidad de disponer la realización de las unidades de obra en cuestión, por un tercero al precio por ella determinado y que no hubiese sido aceptado por el Adjudicatario de la obra. La Dirección Facultativa autorizará la entrada de este tercero en el momento de ejecución de las obras que considere más adecuadas, pudiendo simultanear trabajos con el Adjudicatario.

También podrá la Dirección Facultativa cuando lo estime conveniente, ordenar por escrito al Adjudicatario la realización inmediata de estas unidades de obra aunque no exista acuerdo previo en los precios, dejando esta valoración a posteriori. Siempre será necesario que quede constancia escrita de esta orden.

## **TRABAJOS POR ADMINSTRACION.**

Si el Adjudicatario considera que alguno de los trabajos que va a tener que realizar, deba ser facturado por administración, antes de hacerlo deberá reflejarlo en el libro de control y avisar a la Dirección Facultativa. Debe de resaltarse que la Dirección Facultativa no dará conformidad a NINGÚN PARTE DE ADMINISTRACION DIARIO que le sea entregado más tarde de 48 horas desde que se realizó el trabajo indicado en el parte. Para ello, se insiste en que será CONDICION INDISPENSABLE para el abono de trabajos de administración el que se cuente con autorización escrita previa de la D.F. y que se presente el parte correspondiente antes del plazo arriba indicado.

En el caso de que el tipo de trabajo ofrezca inicialmente duda razonable de si está o no, incluido en alguna de las partidas presupuestarias, la D.F. podrá ordenar su realización y dar el “enterado” a los partes de administración correspondientes a ese trabajo. Se entiende que el “enterado” significa únicamente la conformidad en cuanto al tiempo, materiales, etc. que se han invertido en ese trabajo, pero no significa que ese parte tenga que ser necesariamente abonado como trabajo de administración, en la certificación que corresponda se analizará detenidamente ese tipo de trabajo y si, efectivamente, se comprueba que no existía partida presupuestaria similar, se abonará por administración. En caso de que a pesar de este análisis se mantuviera la duda, prevalecerá el criterio impuesto por la D.F., la cual justificará claramente su decisión aportando los datos necesarios.

Igualmente, será imprescindible el cumplimiento de los plazos de presentación del parte que refleje el trabajo realizado.

La presentación de los partes se hará de la forma siguiente:

Se realizará un parte diario numerado independiente para cada trabajo donde constará:

- Tipo de trabajo y localización en la obra.
- Personal de obra y su cualificación profesional.
- Tiempos empleados.
- Materiales empleados.
- Albaranes o facturas producidas.
- Maquinaria empleada.
- Estimación de coste total del parte de administración.
- Medición orientativa del volumen de obra realizado con objeto de analizar rendimiento de materiales y mano de obra.

Las valoraciones de los trabajos de administración se realizará con estos criterios:

A) MANO DE OBRA: Se aplicarán los precios contratados, o convenidos previamente y subsidiariamente los del convenio de la construcción y de Obras Públicas vigente en



el momento de realizar el trabajo. La D.O. podrá rechazar los operarios que no considere adecuados para la realización del trabajo.

B) MATERIALES: El precio se justificará mediante factura, albarán o estudio suficiente a juicio de la Dirección Facultativa siempre sobre precio neto de los mismos. Se entiende por precio neto el resultante de aplicar al precio de venta público oficial el mejor descuento comercial, para lo cual la D.F. se reserva la facultad de realizar las comprobaciones que estime oportunas.

C) MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES: Se valorarán en los precios contratados o convenidos y subsidiariamente en los precios establecidos en las tarifas aprobadas por la Asociación Navarra de alquiler de Maquinaria.

D) LAS OBRAS DE ADMON. NO TIENE REVISION DE PRECIOS.

Sobre la suma A se aplicará el 10% en concepto de mano de obra indirecta, encargada, etc.

Sobre la suma de los importes A+B+C+D se aplicarán los porcentajes de G.G. y B.I. contratados o convenidos concretamente para las obras de Administración o subsidiariamente las aplicadas en el Presupuesto del Proyecto.

### **REVISION DE PRECIOS.**

Los precios contratados se entienden fijos y no revisables para las unidades de obra del Proyecto. Por tanto el Adjudicatario no podrá, bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento en los precios fijados en el Presupuesto ni modificación en las condiciones del Contrato, pues éste se hace a riesgo y ventura para el Adjudicatario. Se exceptúan los siguientes casos:

- Cuando el contrato de Adjudicación especifique la existencia de revisión de precios.
- Si con carácter general, se acuerda la modificación de precios en los contratos por los Organismos Competentes.
- En caso de retraso superior a un (1) mes en el comienzo de las obras por motivos ajenos al Adjudicatario.
- En caso de retraso respecto al Plan de Obra y plazo previsto por causa de fuerza mayor.

La revisión en estos supuestos se realizará siguiendo los criterios y limitaciones indicadas en la Orden de 10 de Agosto de 1.971 “Normas para revisión de contratos de Obra” del Ministerio de Obras Públicas y sus Organismos Autónomos (B.O. del Estado de 7 de Septiembre de 1.971) y con la utilización de los índices que publica el Ministerio de Hacienda.

La fórmula de aplicación de la revisión será:

$$K_t = 0,34 H_t/H_o + 0,18 E_t/E_o + 0,18 C_e/C_o + 0,13 S_t/S_o + 0,02 M_t/M_o + 0,15$$

Siendo los símbolos los indicados en el Decreto de 19 de Diciembre de 1.970 (B.O. del Estado de 29 de Diciembre de 1.970).

### **INCUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES POR PARTE DEL ADJUDICATARIO.**

El incumplimiento por parte del Adjudicatario de sus obligaciones llevará aparejada la pérdida de la fianza constituida. El Adjudicatario deberá tener debidamente asegurado a todo el personal que intervenga en las obras por su cuenta y bajo su dependencia, así como a exigir a todas las empresas individuales o colectivas que trabajen o colaboren bajo sus órdenes en la obra, que cumplan igualmente dicho requisito, con relación al personal que intervenga en ellas. En este sentido se compromete a cumplir las leyes relativas a Seguridad Social y los seguros obligatorios, accidentes de trabajo, subsidio familiar, seguro de enfermedad, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y otras que puedan afectarle, ya estén actualmente en vigor o se dicten en lo sucesivo y a seguir las normas de la Dirección Facultativa en esta material, así como a exigir su cumplimiento a cuantos colaboren en la obra.

Asimismo, el Adjudicatario se compromete a tener asegurada la obra mediante póliza de responsabilidad civil de daños a terceros incendio y riesgos catastróficos, debiendo ser el capital asegurado similar al Presupuesto de Ejecución por Contrata que figura en el Proyecto.

En caso de inobservancia de estas normas, el Adjudicatario será el único responsable, ya que en los Gastos Generales del Presupuesto quedan incluidos todos los costes que sean precisos para cumplir debidamente dichas disposiciones legales, sin que en ningún supuesto queda exigir responsabilidad alguna a la Propiedad y a la Dirección Facultativa. Estos, por su parte en cualquier momento de la obra, podrán exigir al Adjudicatario que acredite tener asegurados a todos los que trabajan en las obras. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de paralizar las obras en tanto no se le entreguen todos los documentos anteriores. El tiempo de paralización será contabilizado como tiempo de trabajo a efectos del planning establecido.

## **RECEPCION PROVISIONAL.**

Terminadas las obras, el Adjudicatario entregará la documentación del estado final de las obras ejecutadas, los resultados de las pruebas de control especificadas en este Pliego y las que en su momento designe la Dirección Facultativa.

El Adjudicatario, en la documentación final, incluirá un compendio de normas para el mantenimiento de instalaciones si las hubiere. Si la Propiedad y la Dirección Facultativa o creyesen conveniente, podrán exigir al Adjudicatario que se responsabilice bajo contrato al efecto, del Mantenimiento Preventivo de las instalaciones.

A partir de la entrega de esa documentación y en un plazo máximo de quince (15) días tendrá lugar la recepción provisional a la que asistirá la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Adjudicatario.

Si las obras se encuentran en buen estado y con arreglo a las prescripciones previstas, la Dirección Facultativa las dará por recibidas provisionalmente, comenzando en esa fecha a correr el plazo de garantía que será de un (1) año.

De la recepción provisional se levantará un ACTA por triplicado, que firmarán la Propiedad, el Adjudicatario y la Dirección Facultativa. En ese momento si la Dirección Facultativa lo estima oportuno, el Adjudicatario podrá sustituir el diez por ciento (10%) de retención por aval bancario y le será devuelto el importe de la fianza definitiva.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar así en el Acta y la Dirección Facultativa dará las instrucciones precisas y detalladas al Adjudicatario con el fin de remediar los defectos observados, fijándose plazo para subsanarlos, expirado el cual se hará un nuevo reconocimiento para realizar la recepción provisional de la obra, que de efectuarse dará lugar al comienzo del periodo de garantía y demás efectos señalados. Si el Adjudicatario no hubiese cumplido, se podrá rescindir el Contrato con pérdida de la fianza por no terminar la obra en el plazo estipulado, a no ser que la Propiedad crea procedente concederle un nuevo plazo que será improrrogable.

## **PERIODO DE GARANTIA.**

El periodo de garantía será de un (1) año, contando a partir de la recepción provisional, siendo de cuenta del Adjudicatario la conservación de las obras y el subsanar las deficiencias, errores o vicios de construcción, de instalación o de materiales que se observen durante él, pues de no hacerlo voluntariamente o a requerimiento de la Dirección Facultativa, se podrán ejecutar directamente por ésta o por un tercero con cargo a la retención del diez por ciento (10%) efectuada en las liquidaciones parciales.

La garantía cubre cualquier avería en las piezas mecánicas y eléctricas de las unidades instaladas, excepto en el caso demostrado de uso indebido.

No se considera incluido en la garantía el consumo de los materiales fungibles.

## **PRORROGA DEL PERIODO DE GARANTIA.**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva, alguna obra se encontrase sin las debidas condiciones al efecto, se aplazará dicha recepción definitiva hasta tanto la obra no esté en disposición de ser recibida, sin abonar al Adjudicatario cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, ni devolver el importe de la retención del diez por ciento (10%). Será obligación suya, continuar encargado de la conservación y reparación de las obras en cuestión, siendo aplicable en caso de que el Adjudicatario se negase a realizar los trabajos pendientes, lo especificado al respecto en el artículo “PERIODO DE GARANTIA”.

## **RECEPCION DEFINITIVA.**

Dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía y de la prórroga en su caso, se procederá por la Propiedad a la recepción definitiva de la obra, con la concurrencia de las mismas personas que intervinieron en la recepción provisional.

Si la obra se encuentra en las condiciones debidas se recibirán con carácter definitivo, quedando el Adjudicatario sujeto a la responsabilidad civil, dentro de los plazos señalados en el Código Civil, contados a partir de la fecha de la mencionada recepción definitiva.

Verificada la recepción definitiva , se devolverán al Adjudicatario las cantidades retenidas al practicarse las liquidaciones parciales sin devengo de intereses ó los avales efectuados en un plazo que no excederá de ocho (8) días a contar desde la fecha en que se firme el Acta correspondiente a aquella.

La Propiedad se reservará el derecho de pedir al Adjudicatario, que acredite en caso de duda razonable, que no existe reclamación alguna contra aquella por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

En caso de no poder acreditar dichos pagos, la Propiedad aplazará la fecha de la recepción definitiva, hasta que hayan sido satisfechos.

## **RESPONSABILIDAD DEL ADJUDICATARIO.**

Sin menoscabo de las responsabilidades del Adjudicatario expuestas en otros artículos de este Pliego, será responsable directamente de TODAS Y CADA UNA de las unidades de obra instaladas, no siendo eximente de responsabilidad el hecho de que en el Proyecto figuren unidades de obra de una determinada marca comercial o que durante la ejecución de la obra de Dirección Facultativa imponga una determinada marca. El Adjudicatario, en caso de razonable duda técnica respecto al funcionamiento de una unidad de obra con marca o modelo impuesto, deberá presentar por escrito un informe exponiendo los argumentos que le hacen dudar del futuro buen funcionamiento de esa unidad de obra y propondrá una alternativa valorada de solución.

Si referente a lo anteriormente expuesto, no se llegase a un acuerdo entre Adjudicatario y Dirección Facultativa, ésta se reserva el derecho de realizar esa unidad de obra con otra empresa, no pudiendo el Adjudicatario reclamar “lucro-cesante” por esas unidades no realizadas por él.

En éste último caso el Adjudicatario sigue siendo el UNICO responsable de toda la obra por él realizada. Si la Dirección Facultativa optase por adoptar la solución propuesta por el Adjudicatario, la responsabilidad de su correcto funcionamiento será igualmente del Adjudicatario.

## **CESION DE OBRA A TERCEROS.**

El Adjudicatario no podrá, sin previo consentimiento de la Propiedad, ceder ni traspasar por cualquier título sus derechos y obligaciones derivadas del Contrato a otra persona o entidad.

Una vez adjudicada la obra, el Adjudicatario no podrá subcontratar la ejecución de los trabajos sin la previa aprobación de la Dirección Facultativa. La subcontratación total o parcial podrá autorizarse en casos justificados y su concesión será materia discrecional de la Dirección Facultativa. Aún en caso de autorización será indivisibles para la Propiedad las obligaciones y derechos que del Contrato se deriven, reconociendo únicamente personalidad al Adjudicatario o a su apoderado, para cuanto se prefiere a sus efectos.

No obstante, si la Dirección Facultativa hubiese autorizado la realización de subcontratas, se reserva el derecho de supervisar los contratos y los preciso establecidos entre Adjudicatario y Subcontratas, así como el derecho de mantener o convocar reuniones con los representantes de esas empresas.

## **RESCISION DEL CONTRATO.**

Serán causa de rescisión automática del Contrato, sin necesidad de ningún trámite judicial, las siguientes:

1. La no aceptación razonablemente injustificada del Plan General de Obra si la hubiera.
2. El incumplimiento notorio del plazo, de no mediar causa de fuerza mayor. La discrecionalidad de ese plazo corresponde a la Dirección Facultativa, la cual justificará su decisión.
3. La muerte o incapacidad del Adjudicatario o la extinción de la personalidad jurídica del adjudicatario. Si los herederos, Síndicos o Interventores se comprometieran a llevar a cabo las obras bajo las condiciones del Contrato, la Propiedad podrá admitir o desechar dicho compromiso, sin que en éste último caso, tengan aquellos derechos a indemnización alguna.
4. La mera presentación de expediente de quiebra o de suspensión de pagos del Adjudicatario.
5. La reiterada falta de acatamiento de las instrucciones en todo lo referente a lo proyectado objeto de este Proyecto.
6. El mutuo acuerdo de los contratantes.
7. El incumplimiento de cualquiera de las prescripciones contenidas en este Pliego. El Adjudicatario dispondrá de un plazo de diez (10) días, para subsanar los motivos de incumplimiento que le hayan sido notificados.
8. La manipulación fraudulenta del Libro de Control de Obra.

La rescisión del Contrato faculta a la Propiedad a contratar inmediatamente el seguimiento de las obras con un tercero, de tal forma que los trámites legales no impidan el desarrollo de la obra.

Con objeto de no paralizar el ritmo de las obras, la Dirección Facultativa con el consentimiento de la Propiedad levantará un acta del estado de mediciones de la obra, que se legitimará con un acta notarial. Inmediatamente y sin ningún otro requisito, la Propiedad podrá ordenar a un tercero la terminación de la obras.

## **VALORACION EN CASO DE RESCISION.**

En el caso de rescisión del Contrato, se procederá a la liquidación de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados que puedan ser utilizados a juicio de la Dirección Facultativa, valorándolos según los precios que figuren en el Cuadro de Precios N° 2. En su defecto valorarán de acuerdo a los que figuren el Cuadro de Precios N° 1 o en el presupuesto, rebajándolos en un diez por ciento (10%) y con pérdida de la fianza definitiva, cantidades que quedarán a favor de la Propiedad, a este efecto se levantará Acta de las mediciones realizadas.

Si se rescinde el Contrato por causa imputable al Adjudicatario, además de la pérdida de la fianza definitiva, éste responderá de todos los daños y perjuicios que se origine en un segundo remate, si éste fuese menos beneficioso para la Propiedad que el del Contrato rescindido.

La fijación y valoración de daños y perjuicios se verificará por la Propiedad en resolución motivada y no se practicará liquidación de los trabajos realizados por el Adjudicatario y no liquidados al mismo, hasta que se realice la segunda adjudicación. Dicha liquidación y la retención del diez por ciento (10%) de los trabajos ya liquidados, harán frente a las responsabilidades a que hubiere lugar.

Si la nueva adjudicación no se realizase por la Propiedad antes de transcurrir dos (2) meses desde la fecha de rescisión, se practicará liquidación de dichos trabajos al Adjudicatario devolviéndole así mismo las retenciones del diez por ciento (10%) que se le hubieran realizado de la obra ejecutada.

## **CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES LEGALES.**

El Adjudicatario se compromete a cumplir las leyes relativas a la protección de la industria nacional, seguros obligatorios señalados en el artículo “INCUMPLIMIENTOS DE OBLIGACIONES POR PARTE DEL ADJUDICATARIO” y demás disposiciones de carácter social, administrativo o fiscal que puedan afectarle y que estén vigentes o se dicten en lo sucesivo.





La propiedad se reserva la facultad de exigir en cualquier momento la exhibición de los justificantes acreditativos del pago de las primas de los seguros indicados en éste Pliego y los correspondientes a todos aquellos compromisos que, de forma directa o indirecta pudieran afectarle por razón de la obra.

La falta de pago de estos conceptos, o la comprobación de estarse efectuándolos en forma improcedente o defectuosa, motivará al suspensión inmediata de la obra y la retención de las cantidades adeudadas por la obra ejecutada, hasta tanto sea presentada una certificación oficial expedida por el organismo competente, de estar al corriente en los pagos, pudiendo destinar la Propiedad las citadas retenciones al reintegro de los pagos que hubiera realizado por tales conceptos.

### **LIMPIEZA DE OBRA.**

El Adjudicatario deberá mantener la obra en todo momento en las debidas condiciones de limpieza, procediendo a la retirada de escombros conforme se vayan produciendo y dejando la obra, una vez terminada y sus alrededores en correcto estado de limpieza y de buena presentación.

De los gastos que de ello se deriven hará cargo el Adjudicatario, considerándose comprendidos en el concepto de Gastos Generales del presupuesto. Caso de incumplimiento de lo indicado anteriormente, la Dirección Facultativa podrá arbitrar los medios que estime oportunos para mantener la obra en las debidas condiciones, deduciendo los gastos originados de las correspondientes certificaciones.

### **CONTROL DE CALIDAD, PRUEBAS Y MEDICIONES.**

La Dirección Facultativa podrá ordenar la práctica de pruebas para asegurar la calidad de los materiales empleados y de la ejecución correcta de las unidades de obra, así como la realización de mediciones de todo tipo, que en cada caso resulten pertinentes, designando las personas que deban realizarlos, siendo los gastos que se originen de cuenta del Adjudicatario, hasta el importe máximo reservado para éste fin en el Presupuesto de la obra, considerándose que, sino hubiera explícitamente una cantidad destinada a este fin, los costos que por esos motivos se originen están comprendidos en los gastos generales del presupuesto.

## **RESPONSABILIDADES RESPECTO A OTROS ADJUDICATARIOS.**

Cuando en la obra objeto del Contrato participen otras empresas que estén realizando trabajos en esa misma obra y que hayan sido nombradas por la Propiedad, serán de aplicación las siguientes normas:

- Cada Adjudicatario se responsabilizará de sus materiales, de la limpieza y restos de sus materiales de la zona donde haya estado trabajando.
- Cada Adjudicatario será responsable de los deterioros que origine en los trabajos o materiales, que sin ser suyos, estén en la obra. La Dirección Facultativa, según su criterio y previa justificación razonada, descontará de las certificaciones los gastos que originen las reparaciones de los deterioros antes mencionados. El adjudicatario cuyos trabajos hayan resultado deteriorados deberá hacerlo constar inmediatamente, con su valoración correspondiente, en el Libro de Control de Obra.
- Los gastos que se produzcan en oficina de obra, equipamientos, varios, etc... Serán prorrateados entre las empresas intervinientes en función porcentual del presupuesto de adjudicación.
- El Adjudicatario que incurriera en demora de planning será responsable a todos los efectos de las demoras que su incumplimiento del plazo origine en las restantes empresas adjudicatarias, haciéndose cargo de las penalizaciones contractuales que de ello se derive.

## **OBLIGACIONES DEL ADJUDICATARIO NO EXPRESADAS EN ESTE PLEIGO.**

Es obligación del Adjudicatario ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de la obra, aún cuando no esté expresamente estipulado en estas condiciones, siempre que sin apartarse de su espíritu y recta interpretación lo disponga por escrito la Dirección Facultativa.

## **CONTRADICCIONES Y OMISIONES EN LA DOCUMENTACION.**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y lo omitido en los planos o el Presupuesto o viceversa habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en esos documentos.

Las omisiones en Planos, Presupuesto y/o Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas en los detalles de las obras, que sean manifiestamente necesarias para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en esos documentos o que por uso o por costumbre

deben realizarse, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en dichos documentos.

En caso de contradicción entre los documentos que forman el proyecto la prioridad entre ellos se establece de la siguiente forma (por orden de mayor a menor prioridad) ello origine.

- Pliego de Condiciones.
- Presupuesto
- Planos.
- Memoria y sus anexos.

La justificación de precios, si existe, no será considerada como documento contractual sino únicamente criterio cualitativo y orientativo para obtener los precios unitarios y los precios contradictorios.

## **CAPITULO -II-**

### **DISPOSICIONES TECNICAS GENERALES PARA OBRAS DE PAVIMENTACION.**

#### **RELACION DE NORMATIVAS.**

Junto a las especificaciones del presente PFC y las Condiciones Técnicas Generales y siempre que no supongan contradicciones a las mismas, serán de aplicación las disposiciones, normas y reglamentos, enumerados a continuación, que puedan afectar a las obras definidas en el Proyecto. Su ordenación no implica prioridad en su aplicación en caso de contradicción entre las mismas.

- Real Decreto 298/2009 de 6 de marzo, se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención, Seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 67/2010 de 29 de enero, adaptación de la Legislación de Prevención de Riesgos Laborales a la Administración General del Estado
- Real Decreto 337/2010, Seguridad y Salud laboral

- Real Decreto 902/2007 de 27 de mayo, Jornadas de Trabajo
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero. Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero. Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero. Normativa de la compañía IBERDROLA
- Real Decreto 1578/2008 de 26 de septiembre. Producción de energía mediante tecnología solar fotovoltaica
- Real Decreto 8/2008 de 20 de junio se aprueba la ley de suelos
- Real Decreto 1247/2008 se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE08)
- Real Decreto 751/2001 27 de mayo, se aprueba instrucción de Acero Estructural (EAE)
- Real Decreto 173/2010 DE 19 de febrero que modifica el Código Técnico de Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 marzo
- Real Decreto 62/2006 de 10 de noviembre, se aprueba la Protección del Medio Ambiente
- Real Decreto 1432/2009 de agosto. Protección de Avifauna contra la colisión y electrocución en Líneas Eléctricas de Alta Tensión
- Real Decreto 1/2008 de 11 de enero. Ley de Impacto Ambiental de Proyectos (BOE 11 de Enero 2008)
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero. Producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE 1 de febrero)
- Normas UNE de cementos, hormigón y aceros.
- Normas de ensayo de Laboratorio de Transporte y Mecanismos de Suelos.
- Normas Generales de La Rioja
- Condiciones técnicas publicadas por el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno de La Rioja.

## **CAPITULO -III-**

### **MATERIALES, DISPOSITIVOS E INSTALACIONES Y SUS CARACTERISTICAS.**

#### **PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.**

1. Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista o Subcontratistas autorizados.
2. Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábricas o marcas elegidos por el Contratista y que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.
3. En casos especiales, tanto en Proyecto como en Obra, se definirá la calidad mediante la especificación de determinar marcas y tipos de material a emplear. Estos casos son aquellos en que la función específica del material o equipo, los componentes de diseño (forma, color, textura, etc...) o bien la garantía de un adecuado servicio técnico de Mantenimiento son determinantes para la aceptación del material.
4. En las partidas de Presupuestos que se citan expresamente marcas o modelos de materiales, el Contratista está obligado a componer su oferta económica previendo la utilización de dichas marcas. Una vez adjudicada la obra, previamente a la adquisición de los materiales, podrá proponer a la Dirección de Obra además del proyectado otras alternativas de materiales, de procedencia o de marca. La dirección de Obra juzgará su grado de similitud y confirmará la aprobación del proyectado o en su caso informará razonada y favorablemente a la Propiedad la propuesta del Contratista de cambio del material proyectado.

#### **APROBACION PREVIA DE LOS MATERIALES.**

Con independencia de que un material esté definido en el Proyecto, y más en el caso de propuesta de cambio de marca de material, el Contratista antes de su adquisición presentará a la Dirección de Obra Muestras e Información Técnica suficiente para que ésta confirme la idoneidad del material y su puesta en obra. En los casos que la Dirección de Obra estime necesarios solicitará del fabricante u ordenará al Contratista la realización de ensayos Previos antes de su autorización a la adquisición.

La aprobación del material o la autorización de su adquisición no es obstáculo para que en la Recepción de los Materiales puedan rechazarse parte o la totalidad del suministro si éste no se adecua a la muestra aprobada.

## **MATERIALES A UTILIZAR EN HORMIGONES.**

### **Cemento.**

El cemento y demás aglomerantes hidráulicos que hayan de utilizarse en las obras, cumplirán las condiciones que figuran en el Pliego de Condiciones para la recepción de conglomerantes hidráulicos RC-88, Norma UNE 80.301.

Las obras proyectadas se construirán con los siguientes tipos de cemento:

I-45A.- Cementos portland. Utilización en obras de hormigón en masa o armado en general, salvo pavimentos de calor y hormigones vistos.

IIF/35A- Cemento portland con filler calizo, color uniforme gris claro; utilizado en la fabricación de “hormigón visto” y de hormigones con áridos de color, pavimento de aceras.

II/2/35 SR, MR, RC, Cemento de Horno Alto a utilizar en hormigones en contacto con suelos agresivos por su contenido en sulfatos.

Cemento blanco, en “hormigones arquitectónicos”, vistos, de juegos de agua.

La utilización de cementos diferentes a los expresados precisará de autorización escrita de la Dirección de Obra.

El cemento se suministrará a granel y se almacenará en silos adecuados aislados contra la humedad.

### **Recepción.**

Cada partida llegará a obra acompañada de su correspondiente documento de origen, en el que figurarán el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas General para la Recepción de Cementos RC-88. El fabricante enviará además, si se solicita, copia de los resultados de análisis y ensayos correspondientes a cada partida.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando la Dirección de Obra lo estime conveniente, se llevarán a cabo los ensayos que considere necesarios para la comprobación de las características previstas en este Pliego, así como de su temperatura y condiciones de conservación. En todo caso, y como mínimo, se realizarán los ensayos siguientes:

- Antes de comenzar el hormigonado y cada vez que varíen las condiciones de suministro, se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el vigente Pliego RC-88.
- Durante la marcha de la obra, como mínimo una vez cada tres meses y no menos de tres veces durante la duración de la obra, se comprobará al menos pérdida al fuego, residuo insoluble, finura de molido, principio y fin de fraguado, resistencias a flexotracción y compresión y expansión en autoclave. Esta exigencia podrá suprimirse si el cemento posee el “Distintivo de Calidad” (DISCAL) o si con cada partida el fabricante acompaña un certificado de ensayo que corresponda a una fabricación sometida a un sistema de control avalado por un organismo o entidad ajeno a la propia factoría, siempre que lo acepte la Dirección de Obra.

Cuando el cemento haya estado almacenado, en condiciones atmosféricas normales, durante un plazo superior a un (1) mes, se procederá a comprobar que sus características continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte (20) días anteriores a su empleo se realizarán, como mínimo, los ensayos de fraguado y resistencias mecánicas a tres (3) y siete (7) días sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse.

El Contratista archivará por orden de suministro todos los albaranes de las partidas de cemento que reciba en la obra. Igualmente en su Diario de Obra hará constar de forma clara las partes o unidades de la obra que se han construido con cada partida de cemento. Esta información estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra.

### **Agua.**

El agua se emplea en el amasado de los morteros y hormigones. Cumplirá en todo caso las condiciones que prescribe la Instrucción EH-88.

Para los hormigones y morteros a elaborar en la obra únicamente se autoriza el empleo del agua potable que suministra la Mancomunidad de Aguas de la Comarca de Pamplona.

La utilización de agua de otra procedencia para estos usos exigirá la autorización previa y por escrito de la Dirección de Obra, quién antes podrá ordenar su análisis para conocer sus características físico-químicas. En los casos en que no se posean antecedentes de uso, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que su empleo no altera de forma importante las propiedades de los morteros y hormigones con ellas fabricados, se rechazarán todas las que tenga un pH inferior a cinco (5); las que posean un total de sustancias disueltas superior a los quince (15) gramos por litro (15.000 p.p.m.); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresado en SO<sub>4</sub> rebase un (1) gramo por litro (1.000 p.p.m.); las que contengan ión cloro en proporción superior a seis (6) gramos por litro (6.000 p.p.m.); las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, y finalmente, las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a quince (15) gramos por litro (15.000 p.p.m.).

### **Aridos para mortero y hormigones.**

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán, salvo condición particular más restrictiva de este PPT, las condiciones que para los mismos se indican en el artículo séptimo (Art. 7) de la instrucción para el proyecto y la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado (EH-88) y Artículo 610 del PG3.

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa establecerá su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

El tamaño máximo del árido grueso será inferior a los cuatro quintos ( $4/5$ ) de la separación entre armaduras y el tercio ( $1/3$ ) del ancho o espesor mínimo de la pieza que se hormigone.

Además de lo expuesto, para los pavimentos de hormigón se describen estas condiciones particulares:

*Arido fino para hormigón de pavimentos.-* Salvo que la Dirección de Obra en los ensayos previos y aprobación de muestras lo considere como no necesario, el árido fino que se emplea en hormigones de capa superior de aceras y para todo el pavimento de estacionamientos será arena natural silicea con un porcentaje de partículas silíceas no inferior al 30% s/Normas ASTM D3042.

*Arido grueso para hormigón de pavimentos.-* Será suministrado como mínimo en dos tamaños. El tamaño máximo no será superior a 40 mm ni a  $1/3$  del espesor de la capa que vaya a emplearse. El coeficiente de desgaste por ensayo Los Angeles s/NTL-149 será inferior a 35.

*Aridos finos para hormigón coloreado en masa.-* Para la obtención de hormigones coloreados en masa en capa de pavimento de aceras se estudiarán diferentes áridos y finos y gravillas disponibles en la región. Su naturaleza podrá ser caliza, ofítica, etc... Su granulometría y dosificación, combinadas con los áridos silíceos citados, deberá ser previamente estudiada en un laboratorio homologado por el MOPU de forma que tras los necesarios ensayos de los áridos y del propio hormigón, resistencia a flexotracción, desgaste, heladicidad, pueda garantizarse un comportamiento y durabilidad satisfactoria. Su utilización exigirá la aprobación escrita de la Dirección de Obra.

### **Aditivos para morteros y hormigones.**

Se denomina aditivo para mortero y hormigón a un material diferente del agua, de los áridos y del conglomerado, que se utiliza como ingrediente del mortero u hormigón y es añadido a la mezcla inmediatamente antes de durante el amasado, con el fin de mejorar o modificar algunas propiedades del hormigón fresco, del hormigón endurecido, o de ambos estados del hormigón o mortero.



Estos pueden ser aireantes, plastificantes, hidrofugantes, fluidificantes, retardadores o aceleradores de fraguado, anticongelantes, pigmentos colorante inorgánicos, desencofrantes, filmógenos de curado.

En todo caso, y como mínimo, deben cumplir las siguientes condiciones generales s/ASTM-465.

- Deben ser de marcas de conocida solvencia y suficientemente experimentadas en las obras.
- Antes de emplear cualquier aditivo la Dirección de Obra podrá exigir la comprobación de su comportamiento mediante ensayos de laboratorio, utilizando la misma marca y tipo, de conglomerante, y los áridos procedentes de la misma cantera o yacimiento natural, que haya de utilizarse en la ejecución de los hormigones de la obra.
- A igualdad de temperatura, la densidad y viscosidad de los aditivos líquidos o de soluciones o suspensiones en agua, el color se mantendrá invariable.
- No se permitirá el empleo de aditivos en los que, mediante análisis químicos cualitativos, se encuentran cloruros, sulfatos o cualquier otra sustancia nociva para el hormigón en cantidades superiores a los límites equivalentes para una unidad de volumen de hormigón o mortero que se toleren en el agua de amasado. Se exceptuarán los caso extraordinarios de empleo autorizado del cloruro cálcico.
- Salvo los colorantes de pigmentos inorgánicos, el resto de aditivos que se utilicen en “hormigones vistos” no producirán alteración del color normal del hormigón.
- La solubilidad en el agua debe ser total cualquiera que sea la concentración del producto aditivo.
- El aditivo debe ser neutro a los componentes del cemento y los áridos, (incluso a largo tiempo), y productos siderúrgicos.
- Los aditivos químicos pueden suministrarse en estado líquido o sólido, pero en este último caso deben ser fácilmente solubles en agua o dispersables, con la estabilidad necesaria para asegurar la homogeneidad de su concentración por lo menos durante diez (10) horas.
- Para que pueda ser autorizado el empleo de cualquier aditivo químico es condición necesaria que el fabricante o vendedor especifique cuales con las sustancias activas y las inertes que entren en la composición del producto.
- La utilización de cualquier aditivo ha de ser autorizada previamente y por escrito por la Dirección de Obra.

En las unidades de obra proyectadas se ha previsto la utilización de los aditivos que se definen en las correspondientes partidas del Presupuesto. Respecto a las marcas

referenciadas debe tenerse en cuenta lo expuesto en el apartado 3.1.4. de este PPT y en todo caso deben satisfacer todas las condiciones señaladas en el presente artículo.

### **Acero en redondos para armaduras.**

Las armaduras empleadas en obras de hormigón armado, serán barras corrugadas o mallas electrosoldadas, debiendo ajustarse respectivamente sus características y calidad a los Art. 9.3. y 9.4. de la Norma EH-88.

El acero que se emplee en las obras, debe llevar el sello de conformidad CIETSID.

Las armaduras a colocar en la obra, de los diámetros y disposición definidos en los planos del proyecto, tendrán las siguientes características mínimas:

- Designación: Acero en barras para armaduras: AEH-500N  
Malla electrosoldada : AEH-500T
- Carga unitaria de rotura:  $t_s \geq 6500 \text{ Kg/cm}^2$
- Límite elástico aparente o convencional:  $t_g \geq 5000 \text{ Kg/cm}^2$
- Alargamiento de rotura en % sobre base de longitud =  $5 \varnothing : A \geq 11 \%$
- Relación carga unitaria rotura/límite elástico:  $f_s/f_y \geq 1,10$
- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a  $180^\circ$  y de doblado-desdoblado a  $90^\circ$  sobre mandrillas de 4 y 8  $\varnothing$  respectivamente.
- Cumplirá las características de adherencia y geométricas, tolerancias de masa, sección y ovalización definidos en EH-88 y subsidiariamente en Artículo 241 de PG3.

Si por la excesiva longitud de una pieza, fuese necesario el empalme de barras, éste se realizará por solape, colocando las barras una sobre otra; la longitud del solape será:  $1 = d + 250^2$  no menor que  $30 \varnothing$ , siendo del canto útil de la pieza y  $\varnothing$  el diámetro de la barra.

Los fabricantes o suministradores de los aceros deberán entregar los certificados demostrativos de que las partidas correspondientes cumplen las características arriba fijadas, procediéndose a efectuar los oportunos ensayos en un laboratorio oficial, o aceptado por la Dirección Facultativa, en el caso de que faltara alguno de los certificados o sus resultados no fueran completamente satisfactorios.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra las partidas correspondientes un mes antes de la fecha prevista para las puestas en obra del acero, con el fin de que aquella pueda realizar los ensayos que estime convenientes, sin alterar los plazos de ejecución previstos.

No se admiten uniones o empalmes de armaduras por soldeo en el acero AEH-400N. Si ello fuera necesario, el Contratista solicitará previamente su autorización por la Dirección de Obra adjuntando el certificado de aptitud del acero para soldeo. La Dirección de Obra, previamente a su autorización establecerá las condiciones de ejecución y control.

## **MADERA.**

### **Para entibación de zanjas.**

La que se destine a entibación de zanjas no tendrá otra limitación que la de ser sana y con dimensiones suficientes (en caso de no estar especificadas) para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner a cubierto la seguridad de la obra y del personal.

Salvo que la Dirección de Obra ordene expresamente instrucciones de dimensionamiento o disposición de entibaciones, el Contratista cumplirá la Norma Tecnológica de la Edificación: Zanjas y Pozos, NTE-ADZ/1.976 respetando los criterios de diseño, cálculo, construcción y de seguridad en el Trabajo que en ella se detallan.

### **Para encofrado de “hormigón no visto”.**

A la madera, paneles y chapas metálicas a utilizar en encofrados “no vistos” no se les exige condiciones especiales salvo:

- Que sean suficientemente resistentes para soportar las acciones y esfuerzos a los que serán sometidos en el proceso de hormigonado, manteniendo las formas geométricas del elemento proyectado.
- Que sus sistemas de enlace o unión sean suficientemente estancos para impedir la pérdida de líquido o lechada en los procesos de vertido y vibrado del hormigón.

### **Para encofrado de “hormigón visto”.**

Serán panales aglomerados o contrachapeados antihumedad, tipo fenólicos, con la cara interior de melamina o suficientemente lisa para la textura requerida en el acabado de hormigón.

Su utilización en los elementos proyectados de “juegos de agua” con hormigón blanco, requerirá la aprobación previa por la Dirección de Obra del despiece de placas de encofrado, textura obtenida, disposición de juntas y latiguillos, así como los elementos rigidizadores que aseguren la obtención de las medidas geométricas y planeidad exigidas en este tipo de hormigones arquitectónicos.

### **Para juegos, bancos y pérgolas.**

Será madera de Pino Norte, calidad V, sana, carente de acebolladuras y nudos saltadizos, aserrada en las escuadrías definidas en los planos de proyecto. Todas las caras de las tablas y perfiles estarán cepillados y acabados con los biseles definidos en los planos del proyecto.

Una vez realizado el despiece se someterán a un tratamiento contra pudrición e insectos que garantice una durabilidad de 15 años a la intemperie sin mantenimiento. Para ello, y salvo mejor propuesta del Contratista, se propone en el documento Presupuesto la aplicación en toda la masa de la madera de sales tipo “tanalit”. Su inyección se realiza en autoclave mediante el proceso de vacío-inyección de sales disueltas-vacío. Se exigirá al fabricante documentación previa del contenido residual de sales que la madera debe tener, así como documento de garantía del tratamiento una vez aplicado y durabilidad de la protección. La fijación de las tablas a las estructuras metálicas soporte se realiza mediante tornillería de cabeza redonda con cuello cuadrado, con tuerca y arandela, todo ello galvanizado en caliente.

### **ACERO LAMINADO EN CALIENTE.**

Acero al carbono, laminado en caliente, suministrado en chapas o perfiles que corresponden a uno de los tipos A-42 o A-62 y en cualquiera de sus grados “a,b,c y d” definidos en la Norma UNE 36080-73.

– **Tipos:**

IPN, IPE, HEB, HEN, UPN, L, LI, LD. T, TD en cualquiera de las dimensiones normalizadas.

– **Características:**

Generales, mecánicas, de composición química, s/especificaciones de Artículo 250 del PG3.

– **Recepción:**

Todas las partidas vendrán acompañadas del certificado de garantía de la factoría siderúrgica, exentos de defectos externo, y marcado en relieve en cada perfil las siglas de la fábrica, el símbolo de clase de acero, el tipo comercial y su dimensión. En cualquier caso la Dirección de Obra podrá ordenar la ejecución de los ensayos oportunos con objeto de comprobar algunas de las características del material.

## **MATERIALES PARA TERRAPLENES.**

Los materiales a emplear en terraplenes serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra, o de los préstamos que se definan en los planos y que se autoricen por la Dirección de Obra.

Para su empleo en terraplenes, los suelos se clasificarán en los tipos siguientes:

Suelos inadecuados, suelos tolerables, suelos adecuados y suelos seleccionados, de acuerdo con las características del Artículo 330 del PG3.

En esta obra se prevé la construcción de terraplenes con objeto de obtener como mínimo una Explanada de tipo E1. Para ello se emplearán productos de excavación que reúnan las características de “suelos adecuados” que seguidamente se definen:

Carecerán de elementos de tamaño superior a diez centímetros (10 cm) y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al treinta y cinco por ciento (35%) en peso.

Su límite líquido será inferior a cuarenta ( $LL < 40$ ).

La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Normal no será inferior a un Kilogramo setecientos cincuenta gramos por decímetro cúbico ( $1,750 \text{ kg/dm}^3$ ).

El índice C.B.R. será superior a diez (10) y el hinchamiento, medido en dicho ensayo, será inferior al dos por ciento (2%). Con autorización expresa de la Dirección de Obra podrán admitirse materiales con índice  $CBR > 5$ .

El contenido de materia orgánica será inferior al uno por ciento (1%).

Si los productos excavados en el polígono no reunieran las características de “suelos adecuados”, la Dirección de Obra decidirá la formación de coronación de taludes con suelos de préstamos o bien procederá a mejorar los suelos “tolerables” mediante la estabilización con cal o cemento s/Artículos 510 y 512 del PG3.

## **MATERIALES GRANULARES PARA SUB-BASES.**

Se define como subbase granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

Los materiales serán áridos naturales, o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, escorias, suelos seleccionados, o materiales locales, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas y cumplirán las Prescripciones del Artículo 500 del PG3.

El tamaño máximo no rebasará la mitad ( $1/2$ ) del espesor de la tongada compactada.

CEDAZOS Y

CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)

<u>TAMICES UNE</u>	<u>S2</u>	
50		100
25	75-95	
10	40-75	
5	30-60	
2	20-45	
0,40	15-30	
0,080	5-15	

### Calidad.

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a cincuenta (50).

### Capacidad de soporte.

La capacidad de soporte del material utilizado en la subbase cumplirá la siguiente condición:

Índice CBR superior a veinte (20), determinado de acuerdo con la Norma NLT-111/58.

### Plasticidad.

En subbases para tráfico pesado y medio el material será no plástico, y su equivalente será superior a treinta (30).

En subbases para tráfico ligero se cumplirán las condiciones siguientes:

- Límite líquido inferior a veinticinco ( $LL < 25$ ).
- Índice de plasticidad inferior a seis ( $IP < 6$ ).
- Equivalente de arena mayor que veinticinco ( $EA > 25$ ).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas de ensayo NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

## **ZAHORRA ARTIFICIAL.**

La zahorra artificial es una mezcla de áridos procedentes de machaqueo de piedra de cantera o de gravas naturales, y cuya granulometría es de tipo continuo. Se prevé su

utilización en la formación de las bases de firmes y pavimentos de calzadas, aceras y en general toda zona pavimentada.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

La fracción cernida por el tamiz 0,080 UNE será menor que la mitad (1/2) de la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE, en peso.

La curva granulométrica de los materiales estará comprendida dentro de uno de los husos reseñados en el Cuadro 501.1. El huso a emplear será tipo Z.2 o el que, en su defecto, señale el Director de las Obras.

El tamaño máximo no rebasará la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada.

Dado que no todas las zahorras artificiales que se comercializan en la región reúnen los requisitos señalados, se prohíbe expresamente al Contratista el modificar el origen o cantera de suministro sin autorización expresa de la Dirección de Obra, quien previamente a la autorización deberá ordenar la realización de los ensayos previos que justifiquen la aptitud de los materiales de la procedencia.

### **MATERIALES PARA FIRMES ASFALTICOS.**

Los afirmados se realizarán con mezclas asálticas en caliente. Comprende la utilización de los siguientes materiales:

Riego de imprimación.- Consistente en la aplicación de un ligante bituminoso sobre la base de zahorra artificial, s/Artículo 530 del PG3. El ligante se prevé sea “Emulsión Asfáltica” ECR-0, con una cuantía inicial de 1,5 Kg/m<sup>2</sup>, que quedará definida por la cantidad que la capa que se imprima sea capaz de absorber en 24 horas. No se autoriza el tráfico rodado sobre la misma, por lo que el árido a adoptar será el mínimo necesario para la absorción del exceso de ligante transcurrido dicho periodo de 24 horas.

Riego de aherencia.- Consiste en la aplicación de un ligante bituminoso sobre la capa base de aglomero asfáltico antes de la aplicación de la capa de rodadura. Como ligante se prevé la utilización de “Emulsión Asfáltica” ECT-1 con una cuantía de 0,5 Kg/m<sup>2</sup>. No se autoriza el tráfico rodado sobre la misma. El resto de características se ajustarán a las prescripciones del Artículo 531 del PG3.

Mezcla bituminosa en caliente.- Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
- Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
- Extensión y compactación de la mezcla.

El estudio de la mezcla y la obtención de la fórmula de trabajo se determinarán mediante ensayos previos de Laboratorio. Las características de los materiales, s/Artículo 542 del PG3, serán las siguientes:

- Ligante: betún asfáltico B 60/70.
- Aridos gruesos y finos: En la capa base será de tipo calizo, de machaqueo de piedra de cantera. El de la capa de rodadura será de tipo ofítico. Estarán limpios, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales orgánicos. Su coeficiente de desgaste, ensayo Los Angeles, será inferior a 30 en la capa base y a 25 en la de rodadura. El coeficiente de pulido acelerado en la capa de rodadura será mayor de 0,40 S/NLT 174/175.
- Tipo de mezcla:

Capa base, de 5 cm una vez compactada, será tipo semidensa S-20, contenido ligante de 3,5 al 5,5 % del peso de árido.

Capa rodadura, de 4 cm una vez compactada, será tipo densa D-12, contenido de ligante del 4 al 6% del peso de árido.

## **GRANITO EN PAVIMENTACIONES.**

Bordillos y enlosados serán de piedra granítica, tipo Gredos, homogénea, de grano firme y uniforme y textura compacta. Carecerán de grietas, pelos, coqueras, nódulos, zonas meteorizadas y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlos con marillo. Deberán tener buena adherencia a los morteros.

### **Forma y dimensiones.**

La forma y dimensiones de los bordillos de piedra serán las señaladas en los Planos del Proyecto.



La longitud mínima de las piezas será de un metro (1 m), aunque en suministros grandes se admitirá que el diez por ciento (10%) de las piezas tenga una longitud comprendida entre sesenta centímetros (60 cm) y un metro (1 m). Las secciones extremas deberán ser normales al eje de la pieza.

En las medidas de la sección transversal se admitirá una tolerancia de diez milímetros (10 mm) en más o en menos.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos; y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

Las partes vistas de los bordillos deberán estar labradas con puntero o escoda; y las operaciones de labra se terminarán con bujarda media. Los dos centímetros (2 cm) superiores de las caras interiores se labrarán a cincel. El resto del bordillo se trabajará a golpe de martillo; refinándose a puntero las caras de junta, hasta obtener superficies aproximadamente planas, y normales a la directriz del bordillo.

Peso específico neto: No será inferior a dos mil quinientos Kilogramos por metro cúbico ( $2.500 \text{ Kg/m}^3$ ).

Resistencia a compresión: No será inferior a mil trescientos Kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $1.300 \text{ Kg/cm}^2$ ).

Coefficiente de desgaste: Será inferior a trece centésimas de centímetro (0,13 cm).

Resistencia a la intemperie: Sometidos los bordillos a veinte (20) ciclos de congelación, al final de ellos no presentarán grietas, desconchados, ni alteración visible alguna.

Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas UNE 7067, UNE 7068, UNE 7069 y UNE 7070.

## **ENSAYOS.**

Los ensayos, análisis y pruebas que deberán realizarse para comprobar si los materiales que se han de emplear en las obras reúnen las condiciones fijadas en el presente pliego, se verificarán por la Dirección Facultativa, o bien, si esta lo considera conveniente, por un laboratorio oficial.

Los gastos de análisis en laboratorios, serán por cuenta del contratista, hasta un uno (1%) por ciento del Presupuesto de Ejecución Material.

## **MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PRESENTE PLIEGO.**

Los materiales no incluidos en el presente pliego serán de primera calidad, debiendo presentar el contratista, para recabar la aprobación de la Dirección Facultativa de las obras, cuantos catálogos, muestras, informes y certificaciones de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos en los materiales a utilizar.

## **MATERIALES EN INSTALACIONES AUXILIARES.**

Todos los materiales que emplee el contratista en instalaciones y obras que parcialmente fueran susceptibles de quedar formando parte de las obras de modo provisional o definitivo, cumplirán las especificaciones del presente Pliego, incluyendo lo referente a la ejecución de las obras.

## **MATERIALES QUE NO REUNAN LAS CONDICIONES.**

Cuando los materiales no fueren de la calidad, prescrita en este Pliego o no tuviesen la preparación que en el se exija, o cuando a falta de prescripciones específicas de aquel, se reconociera que no eran adecuados para su fin, la Dirección Facultativa de las obras podrá dar orden al Contratista para que, a su cuenta, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

En caso de incumplimiento de esta orden, podrá proceder a retirarlo por cuenta y riesgo del Contratista.

## **RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA.**

La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista sobre la calidad de los mismos, que quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras en que se hayan empleado, excepto en lo referente a vicios ocultos.

## **CAPITULO -IV-**

### **EJECUCION Y CONTROL DE LAS OBRAS.**

#### **REPLANTEO.**

El replanteo general de las obras se efectuará de acuerdo con lo dispuesto en el Art. 8 del Pliego de Condiciones Generales del Estado.

En el Acta que al efecto ha de levantarse, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha probado, a plena satisfacción suya, la completa correspondencia en planta y cotas relativas, entre la situación de las señales fijas que se han constituido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos, adonde están referidas las obras, así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar con los planos que figuran en el proyecto, sin que se ofrezca ninguna duda sobre su interpretación.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no existan o no sean suficientes para poder determinar alguna parte de la obra, la Propiedad establecerá a su cargo por medio de la Dirección, las que se precisan para que puedan tramitarse y ser aprobada el Acta.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de la obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la Dirección Facultativa en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad.

Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo parcial de la obra a ejecutar.

La Dirección de Obra, por sí o por el personal a sus órdenes pueden realizar todas las comprobaciones que estime oportunas sobre los replanteos parciales. También podrá, si así lo estima conveniente, replantear directamente, con asistencia del contratista, las partes de la obra que lo desee, así como introducir modificaciones precisas en los datos de replanteo general del proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos parciales y, obligatoriamente, en las modificaciones del replanteo general debiendo quedar indicada en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción o modificación de la obra ejecutada.

Todos los gastos del replanteo general, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del Contratista.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y de las que le indique la Dirección Facultativa de los replanteos parciales, no pudiendo inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que, sin dicha conformidad, se inutilice alguna señal, la Dirección Facultativa dispondrá se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otras, siendo de cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la Dirección Facultativa

suspender la ejecución de las partes de obra que queden fijas, hasta que sean sustituidas por otras una vez comprobadas y autorizadas.

Cuando el Contratista haya efectuado un replanteo parcial para determinar cualquier parte de la obra general o de las auxiliares, deberá dar conocimiento de ello a la Dirección Facultativa para su comprobación si así lo cree conveniente y para que autorice el comienzo de esta parte de la obra.

### **DESBROCE Y RETIRADA DE LA CAPA DE TIERRA VEGETAL.**

Una vez aprobado el replanteo inicial de las obras y delimitados por el Contratista con el VºBº de la Dirección de Obra, las zonas a ocupar por edificaciones auxiliares de obra y zonas de acopios se procederá a:

- a) Desbrozar o desforestar la vegetación existente y cuya conservación no sea ordenada por la Dirección de Obra. Incluye la retirada de escombros que pudieran existir y el transporte a vertedero o la inutilización de los subproductos no susceptibles de aprovechamiento por el Contratista.
- b) Tala de árboles que la Dirección de Obra ordene de forma expresa e individualizada. Esta operación se desarrollará de forma que queden adecuadamente protegidos aquellos árboles o vegetación que deben permanecer. La operación incluye la extracción de tocones y raíces rellenándose las oquedades causas con material análogo al existente.
- c) Delimitar todas las zonas del polígono objeto del proyecto de Urbanización donde se proyecta una modificación del estado actual, ya sea por ejecución de desmontes o terraplenes, bien para la implantación de viales u obras de fábrica.
- d) Retirar la capa de tierra vegetal o suelo de labor, en un espesor medio de 30 cm, de las zonas delimitadas s/el apartado “c”. Esta operación se realizará con maquinaria adecuada para que no se produzca contaminación de la tierra vegetal con materiales del subsuelo. La tierra vegetal será transportada a las zonas del polígono previamente aprobadas con objeto de su almacenamiento o acopio para su posterior reutilización en jardinería.

### **EXCAVACIONES Y DESMONTES.**

Una vez terminadas las operaciones de desbroce y retirada de la capa de tierra vegetal, se procederá a la ejecución de las excavaciones donde ha de asentarse la carretera, calles, aceras, lago, etc. incluyendo la plataforma taludes, bermas banquetas de visibilidad, cunetas, etc... de forma tal que el terreno modificado se ajuste a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos del proyecto.

La excavación se clasifica en:

Excavación de roca. Comprenderá la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y la de todos aquellos materiales que presenten características de roca maciza, cementados tan sólidamente, únicamente puedan ser excavados utilizando explosivos, martillos percutores o rompedores neumáticos.

Excavación de tierras en todo tipo de terrenos, excepto roca dura. Incluye los suelos formados por rocas descompuestas y tierras muy compactadas.

El Contratista notificará con antelación suficiente a la Dirección Facultativa el comienzo de los tajos del desmonte, indicando así mismo el lugar y empleo de los productos obtenidos, caso de ser estos utilizables en otras zonas de la obra.

El sistema de ejecución será el adecuado en cada caso a las características geológicas y geotécnicas del terreno.

Los materiales procedentes de la excavación que sean aptos para el terraplén, o incluso para capas de firme, se transportarán hasta el lugar de empleo, o a lugares de acople designados fuera de ella, caso de ser utilizable en el momento de la excavación, debiendo notificarse expresamente este hecho a la Dirección Facultativa.

Los taludes y resultantes tanto en tierra como en roca, deberán ser saneados y refinados, como operaciones previas a la extensión de las correspondientes capas de firme. En el refino de taludes se evitará la formación de huellas con los dientes de las palas que puedan erosionarlos posteriormente.

Si por necesidades de la obra para decrecer o escalonar terraplenes, suavizar taludes un desmontaje, ejecutar banquetas de visibilidad, eliminar suelos inadecuados en las excavaciones en capa, etc., fuera menester a criterio de la Dirección Facultativa aumentar las excavaciones que figuran en los planos, estas operaciones se ejecutarán en las condiciones determinadas en este Pliego y se medirán y abonarán conforme se indica en esta unidad.

La tierra vegetal deberá emplearse en zonas ajardinadas de la obra, para lo cual la Dirección Facultativa podrá, a la vista de las circunstancias, exigir su acopio para su empleo posterior.

Ninguno de los materiales procedentes de las excavaciones que puedan ser aprovechables en otras unidades de obra, tales como terraplenes, firmes, rellenos localizados, etc., podrá ser enviado a vertedero sin expresa autorización de la Dirección Facultativa.

Durante la ejecución de las excavaciones, el Contratista deberá disponer lo necesario para el correcto drenaje y desagüe de las mismas, siendo a su cargo la sobreexcavación y relleno posterior que sean necesarios para sanar y eliminar los suelos que se hayan vuelto inadecuados por falta de humedad.

El proyecto no prevé la utilización de explosivos o ejecución de voladuras para el desmonte en roca. En el caso de que por la naturaleza o volumen de roca a excavar fuera de interés técnico o económico la utilización de explosivos el Contratista propondrá por escrito a la Dirección de Obra el método de excavación que considere más idóneo, comprendiendo:

- Maquinaria y método de perforación a utilizar.
- Longitud máxima de perforación.
- Diámetros de los barrenos de talud y disposición de los mismos.
- Diámetros de los barrenos de destroza y disposición de los mismos.
- Explosivos utilizados, dimensiones de los cartuchos y esquema de carga de los distintos tipos de barrenos.
- Método utilizado para fijar la posición de las caras en el interior de los barrenos.
- Esquema de detonación de las voladuras.
- Exposición detallada de los resultados obtenidos con el método de excavación propuesto en terreno análogo a los de la obra.
- Precio contradictorio del m<sup>3</sup> de roca excavado por este método.

La aprobación del método por la Dirección de Obra no eximirá al contratista de la obligación de tomar las medidas de seguridad necesarias para evitar daños al resto de la obra o a terceros.

### **RELLENOS ORDINARIOS.**

Se realizarán con materiales terrosos procedentes de la excavación que estén clasificados como “tolerables”. Su objeto es obtener la planimetría o corrección de las rasantes del terreno actual con objeto de adecuarla a las previstas en el proyecto. En proyecto se prevé su utilización en parque y zonas ajardinadas. Los rellenos que correspondan a zonas de ubicación de viales, aceras y zonas pavimentadas se ajustarán a las prescripciones definidas para los terraplenes. Los rellenos ordinarios se ejecutarán por tongadas sucesivas de espesor uniforme de forma que se obtenga una compactación análoga a la de los suelos del entorno en su estado actual.

## **TERRAPLENES.**

La formación de terraplenes, o el relleno de fondos de desmonte, tienen como objeto adecuar las rasantes del terreno a las previstas del proyecto pero utilizando materiales de suelos “adecuados”, procedentes de la excavación o de préstamos, debidamente compactados para que la explanada obtenida en su coronación tenga la clasificación de E.1.

En los terraplenes se distinguirán tres zonas:

Cimiento. Formado por aquella parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno y que ha sido vaciada durante el desbroce, o al hacer excavación adicional por presencia de material inadecuado.

Núcleo. Parte del terraplén comprendida entre el cimiento y la coronación.

Coronación. Formada por la parte superior del terraplén, con el espesor que figure en Proyecto.

Se considerará como coronación de terraplén el relleno sobre fondos de desmonte para la formación de la explanada.

En coronación de terraplenes deberán utilizarse suelos adecuados o seleccionados. También podrán utilizarse suelos tolerables, estabilizados con cal o con cemento de acuerdo con los Artículos 510 y 512 del PG3 y con la aprobación previa de la Dirección de Obra.

En núcleos y cimientos de terraplenes deberán emplearse suelos tolerables, adecuados o seleccionados. Cuando el núcleo del terraplén pueda estar sujeto a inundación sólo se utilizarán suelos adecuados o seleccionados.

Los suelos inadecuados no se utilizarán en ninguna zona del terraplén.

Preparación de la superficie de asiento del terraplén.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre un firme existente, se escarificará y compactará éste según lo indicado en el Artículo 303 del PG3.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar se efectuará el desbroce del citado terreno y la excavación y extracción del material inadecuado, si lo hubiera, en toda la profundidad requerida en los Planos. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el terraplén y el terreno, se escarificará éste, de acuerdo con la profundidad prevista en los Planos y con las indicaciones relativas a esta unidad de obra, que figuran en el Artículo 302 del PG3 y se compactará en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos terraplenes se prepararán éstos, a fin de conseguir su unión con el nuevo terraplén. Las operaciones encaminadas tal objeto serán indicadas por la Dirección de Obra.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones de la Dirección de obra.

## **MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE.**

### Aplicación de los riegos de imprimación y de adherencia.

Las condiciones de ejecución para ambos tipos de riego son análogos.

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación del riego, deberá ser corregida de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones técnicas Particulares.

Cuando la superficie sobre la que se va a efectuar el riego se considere en condiciones aceptables, inmediatamente antes de proceder a la extensión del ligante elegido, se limpiará la superficie que haya de recibirlo, de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, utilizando para ello barredoras mecánicas o máquinas sopladoras.

Antes de que se realice la extensión del ligante bituminoso, la superficie de la capa a tratar deberá regarse ligeramente con agua, empleando la dotación que humedezca la superficie suficientemente, sin saturarla, para facilitar la penetración posterior del ligante.

Se protegerán para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios tales como bordillos, vallas, árboles, etc., puedan sufrir este efecto.

El riego de imprimación se aplicará cuando la temperatura ambiente, a la sombra, y la de la superficie sean superiores a los diez grados centígrados (10°C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5°C) la temperatura límite inferior para poder aplicar el riego.



### Mezclas bituminosas en caliente: capa intermedia y rodadura.

Las condiciones de ejecución tanto para la capa intermedia como para la capa de rodadura del firme son análogas.

La fabricación, transporte, extendido, compactación y tratamiento de las juntas será realizado por empresa especialista de experiencia suficiente en obras similares y cuya subcontratación por el Contratista deberá tener el VºBº de la Dirección de Obra. En cualquier caso deberá tener equipos y maquinaria adecuados a la naturaleza de asfaltado de tipo urbano, y en especial extendedora equipada con dispositivo automático de nivelación y apisonadora de rodillos de goma.

#### *Fórmula de trabajo:*

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados, por los cedazos y tamices; 40; 25; 12,5; 10; 5; 2,5; 0,63; 0,32; 0,16 y 0,080 UNE.
- El tanto por ciento (%) en peso del total de la mezcla de áridos, de ligante bituminoso a emplear.

También deberán señalarse:

- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligantes.
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse la compactación.

El contenido del ligante de las mezclas densas, semidensas y gruesas, tipo D, S y G se dosificará, salvo justificación en contrario, siguiendo el método Marshall y la Norma NLT-159/75.

Se rechazarán todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espumas, o las que presenten indicios de humedad. en este último caso, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente. También se rechazarán aquellas en que la envuelta no sea perfecta.

La mezcla se transportará al lugar de empleo en camiones, de modo que, en el momento de descargar aquella en la extendedora, su temperatura no sea inferior a la especificada en el estudio de la mezcla. en condiciones meteorológicas adversas, o cuando exista

riesgo de un enfriamiento excesivo de la mezcla, ésta deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados.

#### *Preparación de la superficie existente:*

La mezcla no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente PPT.

Se comprobará que ha transcurrido el plazo de curado de estos riegos, no debiendo quedar vestigios de fluidificante o agua en la superficie; asimismo, si ha transcurrido mucho tiempo desde la aplicación de los riegos, se comprobará que la capacidad de unión de éstos con la mezcla no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, la Dirección de Obra podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### *Extensión de la mezcla:*

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida queda lisa y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la sección transversal, rasante y perfiles indicados en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. A menos que se ordene otra cosa, la colocación comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas a pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones con pendiente en un solo sentido, la mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tráfico, las características de la extendedora y la producción de la planta.

Cuando sea posible, se realizará la extensión en todo el ancho a pavimentar, trabajando si es necesario con dos o más extendedoras ligeramente desfasadas. En caso contrario, después de haber extendido y compactado la primera franja, se extenderá la segunda y siguientes y se ampliará la zona de compactación para que incluya quince centímetros (15 cm) de la primera franja. Las franjas sucesivas se colocarán mientras el borde de la franja contigua se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado fácilmente. De no ser así se ejecutará una junta longitudinal.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, vigilando que la extendedora deje la superficie a las cotas previstas con objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no baja de la prescrita.

Tras la extendedora deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, añadiendo mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en este Artículo.

### *Compactación de la mezcla.*

La compactación deberá comenzar a la temperatura más alta posible tan pronto como se observe que la mezcla puede soportar la carga a que se somete sin que se produzcan desplazamientos indebidos.

Una vez compactadas las juntas transversales, las juntas longitudinales y el borde exterior, la compactación se realizará de acuerdo con un plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Director de acuerdo con los resultados obtenidos en los tramos de prueba realizados previamente al comienzo de la operación.

La compactación se continuará mientras la mezcla se mantenga caliente y en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada. Esta compactación irá seguida de un apisonado final, que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes. La densidad de compactación que se debe obtener será como mínimo del 98% del método Marshall s/norma NLT-159/75.

### *Juntas transversales y longitudinales.*

Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa. Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse especialmente, a fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y ligera de ligante de adherencia antes de colocar la mezcla nueva, dejándolo curar suficientemente.

Excepto en el caso que se utilicen juntas especiales, el borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente, con objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior.

### *Tolerancias de la superficie acabada.*

En este caso de carreteras y calzadas de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m) se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos.

La superficie acabada no diferirá de la teórica en más de cinco milímetros (5 mm) en las capas de rodadura, o diez milímetros (10 mm) en el resto de las capas.

La superficie acabada no presentará irregularidades de más de cinco milímetros (5 mm) en las capas de rodadura, u ocho milímetros (8 mm) en el resto de las capas, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la zona pavimentada.

### *Limitaciones de la ejecución.*

La fabricación y extensión de mezclas bituminosas en caliente se efectuará cuando las condiciones sean adecuadas. Salvo autorización expresa de la Dirección de Obra, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea inferior a cinco grados centígrados (5°C), con tendencia a disminuir, o se produzcan precipitaciones atmosféricas. Con viento intenso, la Dirección de obra podrá aumentar el valor mínimo antes citado de la temperatura ambiente, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.

## **PAVIMENTOS CONTINUOS DE HORMIGON.**

Las características y naturaleza de los materiales a utilizar se ajustarán a las prescripciones de la norma EH-88. Sin embargo, para las condiciones de la ejecución de esta unidad de obra se tendrán prioritariamente en cuenta las condiciones del artículo 550 del PG3.

Estas condiciones el ámbito de los pavimentos de estacionamientos y las aceras peatonales del proyecto.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de hormigón y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de apoyo del hormigón.
- Fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Colocación de encofrados y/o elementos de rodadura o guiado de las máquinas.
- Colocación de los elementos de las juntas.
- Puesta en obra del hormigón.
- Colocación de armaduras.
- Ejecución de las juntas en fresco.
- Realización de la textura superficial.
- Acabado.
- Protección del hormigón fresco y curado.
- Ejecución de juntas serradas.
- Desencofrado.
- Sellado de las juntas.

Tipo de hormigón: HP-35, resistencia característica flexotracción: 35 Kp/cm<sup>2</sup>; Resistencia media a los 7 días  $\geq$  28 Kp/cm<sup>2</sup>.

Dosificación del hormigón: Según ensayos previos de Laboratorio.

Relación agua/cemento: menor de 0,5.

Consistencia: Seca, asiento entre 2 y 5 cm. Se autoriza el uso de aditivo superfluidificante s/definición en partida del Presupuesto del Proyecto y siempre que los resultados de los ensayos propios sean satisfactorios a criterio de la Dirección de Obra.

Tramo de ensayos: Una vez adoptada la dosificación del hormigón se procederá a realizar un tramo de ensayo de obra, comprobando que los medios de vibración son capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento; que se cumplen las limitaciones de regularidad y rugosidad superficial establecidas; que el proceso de curado y protección del hormigón fresco es adecuado; y que las juntas se realizan correctamente.

Si los resultados no son satisfactorios, se procederá a la realización de sucesivos tramos de ensayo, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra, hasta obtener un pavimento con las cualidades exigidas.

En dicho tramo de ensayo se extraerán testigos para la determinación de la resistencia del hormigón. El valor medio de los resultados de esos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de información.

El hormigón no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que ha de asentarse tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en este PPT para la unidad de obra correspondiente.

Antes de la puesta en obra del hormigón, y si es necesario a juicio de la Dirección de Obra, se impermeabilizará la superficie de apoyo con un producto bituminoso adecuado, o se cubrirá con papel especial, láminas de material plástico u otro procedimiento aprobado por la Dirección de Obra.

#### *Fabricación del hormigón:*

El hormigón de los estacionamientos podrá proceder de Central de hormigonado. El de acabado de pavimento de aceras se elaborará en la obra en hormigonera automática, con control de dosificación por peso de cada uno de sus componentes. Las dosificaciones de los tres tipos de áridos se establecerán por peso de los materiales secos, teniendo en cuenta su humedad para que la consistencia resultante sea la exigida.

Los aditivos en forma líquida o de pasta se añadirán al agua de amasado antes de su introducción en la hormigonera. Los aditivos en polvo deberán introducirse en la hormigonera junto con el cemento o los áridos, excepto cuando el aditivo contenga cloruro cálcico, en cuyo caso no podrá añadirse en contacto con el cemento.

#### *Puesta en obra:*

No deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra, compactación y acabado.

Si se interrumpe la extensión por más de media hora (1/2 h) se tapará el frente del hormigón con arpilleras húmedas. Si el plazo de interrupción es superior al máximo admitido entre la fabricación y puesta en obra del hormigón, se dispondrá junta de hormigonado transversal.

El hormigonado se hará por carriles de ancho constante, separados por juntas longitudinales de construcción.

Los trabajos de hormigonado tendrán todos los accesos señalizados para proteger el pavimento.

Las juntas de hormigonado transversales efectuadas en fresco, se dispondrán a fin de jornada, o cuando se haya producido por cualquier causa una interrupción en el proceso de hormigonado que haga temer un comienzo de fraguado en el frente de avance. A este respecto, una parada de treinta minutos (30 min) en tiempo seco y caluroso, será causa suficiente para establecer una junta de hormigonado.

En las juntas de contracción efectuadas en el hormigón fresco, la ranura superior, que ha de situarse en la posición estricta que fija la referencia correspondiente, deberá hacerse con un cuchillo vibrante o elemento similar aprobado por la Dirección de Obra. Esta operación se llevará a cabo inmediatamente después del extendido y, vibrado del hormigón y antes del acabado longitudinal del pavimento. La ranura se obturará con una plancha de material rígido adecuado y se retocarán manualmente las zonas de los bordes para corregir las imperfecciones que hayan quedado entorno a éstos.

Las juntas transversales y longitudinales podrán también realizarse mediante inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por la Dirección de Obra.

#### *Acabado.*

Se prohibirá el regado con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón para facilitar su acabado. Cuando sea necesario aportar material para corregir algún punto bajo, se empleará hormigón aún no extendido.

En pavimentos para tráfico ligero, se admite un fratasado manual. Por otra parte, este acabado podrá emplearse también en aquellos lugares que por su forma o ubicación no permitan el empleo de máquinas. La superficie del hormigón se alisará y nivelará con dos fratasas de longitud no inferior a cuatro metros (4 m) y diez centímetros (10 cm) de anchura, rigidizadas con costillas y con tornillos de ajuste entre las costillas y el fratas a distancias no superiores a sesenta centímetros (60 cm) entre centros. Los fratasas tendrán un mango suficientemente largo para que puedan ser manejados desde fuera del pavimento. Con el borde del fratas se recortarán todas las protuberancias, rellenando las depresiones con el material así obtenido hasta conseguir una superficie correcta y uniforme. Los fratasas se mantendrán con su mayor dimensión paralela al eje del pavimento. Cada pasada sucesiva solapará sólo ligeramente la pasada anterior, volviendo luego a pasar el fratas para alisar la banda de solape.

Terminadas las operaciones de fratasado y cuando el hormigón esté todavía fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas con una llana especial de doce milímetros (12 mm) de radio.

Las juntas transversales de construcción y las juntas de dilatación se redondearán del mismo modo que los bordes longitudinales, pero con un radio de seis milímetros (6 mm).

#### *Textura superficial:*

Una vez acabado el pavimento, y antes del comienzo del fraguado del hormigón, se dará una textura transversal o longitudinal homogénea a la superficie del pavimento en forma de estriado o ranurado. La Dirección de Obra, tras las pruebas oportunas, determinará el tipo de tratamiento superficial a emplear.

La textura superficial por estriado se obtendrá por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre u otro material aprobado por la Dirección de Obra. Las estrías producidas serán sensiblemente perpendiculares o paralelas al eje de la calzada, según se trate de una textura transversal o longitudinal.

La textura superficial por ranurado será siempre transversal y se obtendrá mecánicamente mediante un peine con varillas de plástico, acero u otro material, o una placa con salientes de la misma forma que las ranuras a obtener; el dispositivo utilizado deberá ser aprobado por la Dirección de Obra. Las ranuras serán paralelas entre sí y tendrán una anchura y una profundidad comprendidas entre cinco (5) y siete (7) milímetros. La distancia entre sus ejes será variable y comprendida entre quince (15) y treinta y cinco (35) milímetros.

#### *Protección del hormigón fresco y curado.*

Durante el primer periodo de endurecimiento, el hormigón fresco deberá protegerse contra el lavado por lluvia, contra una desecación rápida, especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación y/o viento; y contra los enfriamientos bruscos y la congelación.

En obras a ejecutar en zonas con clima lluvioso, la Dirección de Obra podrá exigir la disposición de una tienda sobre las máquinas de puesta en obra para proteger el hormigón hasta que adquiera la resistencia suficiente para que el acabado no sea afectado por la lluvia. Asimismo se podrá exigir un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a la que pueda ser acabada en veinte minutos (20 min) de trabajo.

El hormigón se someterá al proceso de curado previsto en el PPT o en el Presupuesto del Proyecto en cuanto haya adquirido la resistencia suficiente para que la terminación superficial no se vea afectada. Dicho proceso se prolongará a lo largo del plazo que al efecto fije la Dirección de Obra, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas de la obra, en general, dicho periodo no será inferior a siete (7) días.



Deberán someterse al proceso de curado todas las superficies expuestas del pavimento, incluidos los bordes en el momento en que queden libres.

*Curado con productos filmógenos:*

Quando para el curado se utilicen productos filmógenos, éstos deberán aplicarse tan pronto como hayan concluido las operaciones de acabado y el agua libre sobre la superficie haya desaparecido completamente, adquiriendo ésta un tono mate. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja húmedas relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvia, el producto deberá ser aplicado antes de dicho plazo.

Cuando las condiciones atmosféricas favorezcan la desecación del hormigón, la Dirección de obra podrá ordenar el reforzar la acción del producto de curado, bien extendido sobre la superficie de las losas una neblina fina de agua, o bien aplicando una capa de arena, láminas de plástico u otros materiales que proporcionen el debido aislamiento. Dichas medidas se prolongarán durante el periodo que la Dirección de Obra considere necesario.

El producto de curado será aplicado en toda la superficie del pavimento por medios accionados mecánicamente que aseguren una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme. El pulverizador irá provisto de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento; y de un dispositivo mecánico en el tanque de almacenamiento del producto de curado que someta a éste a una continua agitación durante su aplicación sobre el pavimento. Igualmente deberá disponer de un manómetro para controlar la presión de aplicación del proyecto, de un contador para controlar el rendimiento, y de los dispositivos necesarios para modificar el rendimiento cuando se desee.

Los pulverizados accionados manualmente podrán ser utilizados en obras pequeñas, zonas irregulares o bien inaccesibles por los dispositivos mecánicos; y siempre bajo la aprobación de la Dirección de obra.

Se extenderá producto de curado sobre las paredes de las juntas inmediatamente después de ser serradas, en caso de que se ejecuten por este sistema. Igualmente se extenderá producto de curado sobre las zonas en que por cualquier circunstancia la película formada se estropee durante el periodo de curado.

*Curado mediante membranas impermeables.*

Quando las juntas del pavimento se ejecuten en fresco, y previa autorización de la Dirección de Obra, el curado también podrá realizarse por cubrición de la superficie con membrana impermeable, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial.

Hasta que la superficie del hormigón se cubra con las membranas impermeables se mantendrá húmeda aplicando agua por medio de dispositivos que la atomicen en forma de neblina y no de riego. El agua no será aplicada a presión directamente sobre el



hormigón, y no se permitirá que se acumule sobre la superficie de forma que se produzca un flujo de agua en ésto se deslave el hormigón.

Las membranas serán de plástico o papel, cumpliendo con las especificaciones del apartado 550 del PG3.

Para evitar elevamiento de las membranas por efecto del viento, todos los bordes laterales y solapes se asegurarán con caballetes continuos de tierra u otros materiales adecuados.

#### *Protección contra el frío:*

Durante el periodo de curado del hormigón, e independientemente de las precauciones a adoptar en su fabricación y puesta en obra, deberá protegerse el pavimento contra la acción de un enfriamiento rápido o helada. En particular, cuando exista la posibilidad de un enfriamiento brusco del hormigón sometido a elevadas temperaturas diurnas, como los casos de lluvia después de un soleamiento intenso, o de descenso de la temperatura ambiente de más de veinticinco grados centígrados (25°C) entre el día y la noche, se le protegerá con materiales aislantes hasta la mañana siguiente a su puesta en obra.

#### *Ejecución de juntas serradas:*

En las juntas transversales, el hormigón endurecido se serrará de forma y en instante tal que el borde de la ranura sea limpio y no se produzcan anteriormente grietas de retracción en la superficie del hormigón.

Si el sellado de las juntas lo requiere, y con la aprobación de la Dirección de Obra, la operación de serrado podrá realizarse en dos fases: la primera de ellas hasta la profundidad definida en los planos, y la segunda, de ensanche para alojamiento del producto de sellado en la parte superior de la ranura.

#### *Sellado de las juntas.*

Una vez terminado el periodo de curado del hormigón se procederá al sellado de las juntas. Previamente se limpiarán enérgica y cuidadosamente el fondo y los bordes de la ranura, utilizando para ello procedimientos adecuados, tales como chorro de arena o cepillo de púas metálicas, dando una pasada final con aire comprimido. Finalizada esta operación, se imprimirán los bordes con un producto adecuado cuando el tipo de material que se emplee lo requiera.

Posteriormente se procederá a la colocación del material de sellado o el perfil extrusionado previamente aprobado por la Dirección de Obra.

Se cuidará especialmente la limpieza de la operación y se recogerá el posible exceso de material. El perfil de la junta sellada no deberá resultar con menisco convexo, ni presentar soluciones de continuidad en los bordes.

Las operaciones de sellado de juntas deberán suspenderse, salvo autorización de la Dirección de Obra, cuando la temperatura del aire baje de cinco grados centígrados (5°C), o en caso de lluvia o viento fuerte.

#### *Tolerancias del pavimento.*

La regularidad superficial de cada zona del pavimento se controlará dentro de las veinticuatro horas (24 h) a partir de su ejecución.

La superficie del pavimento no deberá presentar diferencias de más de tres milímetros (3 mm) respecto a una regla de tres metros (3 m), apoyada sobre la superficie en cualquier dirección.

En el pavimento de los estacionamientos, los puntos altos defectados, que sean causa de incumplimiento de las anteriores tolerancias, se eliminarán por métodos abrasivos. Después de ser eliminados éstos, se pasará de nuevo la regla en una longitud igual a la distancia entre juntas entre las que esté comprendida la irregularidad detectada. La superficie corregida debe estar limitada por bordes longitudinales de losas o juntas longitudinales y por líneas perpendiculares a ellas, de forma que se obtengan áreas rectangulares.

En el pavimento de aceras se demolerá el módulo o losa y volverá a hormigonarse.

El espesor de las losas se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos de diez centímetros (19 cm) de diámetro, con la frecuencia y en los puntos fijados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o que, en su defecto, señale la Dirección de obra. El espesor del pavimento no deberá tener en ningún punto un espesor inferior a 10 mm del prescrito.

Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica no deberán ser superiores a un centímetro (1 cm).

En el caso de presentarse fisuras de naturaleza diferente, como las de esquina, la Dirección de Obra podrá aceptar la losa afectada u ordenar la demolición total o parcial de la misma y su posterior reconstrucción.

>La recepción definitiva de una losa fisurada y no demolida no se efectuará más que si, al final del periodo de garantía, las fisuras no se ha agravado ni han originado daños a las losas vecinas, en caso contrario la Dirección de Obra podrá ordenar la demolición y posterior reconstrucción de las losas fisuradas.

Si, a causa de un serrado prematuro, se producen desconchados en las juntas, deberán ser reparadas con un mortero de resina epoxi aprobado por la Dirección de Obra.

#### *Apertura al tráfico.*

El pavimento podrá abrirse al paso de personas y de materiales para operaciones de serrado y comprobación de la regularidad superficial cuando haya transcurrido el plazo

necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y siempre que haya secado el producto de curado si se utiliza este método.

El equipo para la ejecución de las obras no podrá circular sobre el pavimento hasta que haya curado un mínimo de tres (3) días.

El tráfico de obra no podrá circular sobre el pavimento antes de siete (7) días o de que el hormigón haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80%) de la resistencia específica a veintiocho días (28 d). Todas las juntas deberán haber sido selladas o al menos obturadas provisionalmente.

La apertura al tráfico general no podrá realizarse antes de catorce días (14 d) a partir de la terminación del pavimento.

## **CAPITULO -V-**

### **PRESCRIPCIONES PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS**

#### **DISPOSICIONES GENERALES.**

Además de lo especificado en el presente Pliego, las obras e instalaciones cumplirán lo dispuesto en las siguientes normas y reglamentos, cuyas prescripciones en cuanto puedan afectar a las obras objeto de este pliego, quedan incorporadas a él, formando parte integrante del mismo.

- Pliego de condiciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos (decreto 956/2008 de 6 de junio).
- Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obra de hormigón en masa o armado, aprobado por Decreto 1247/2008
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para las obras de carreteras y puentes: M.O.P. (Febrero 1.965).
- Normas A.S.T.M.
- Normas ISO y UNE.
- Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo (M.O.P.U.).
- Normas de Ensayo del Laboratorio Central (M.O.P.).
- Normas de IBERDROLA, S.A.

- Normas de COMPAÑIA TELEFONICA NACIONAL DE ESPAÑA (CTNE)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus normas complementarias
- Reglamento de Alta Tensión.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene del Trabajo.
- Reglamento de condiciones técnicas y seguridad en centrales y centros de transformación (1) y corrección de errores.
- Instrucciones técnicas complementarias al reglamento de centrales. Instalaciones y Centro de Transformación (15/2/2011) y corrección del 23/6/88 y Orden de 15/2/2011 por la que se actualizan diversas Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.
- Plan General y Normativa del Ayuntamiento.
- Todos los materiales y su instalación cumplirán todas las normas UNE aplicables, publicadas en el momento de su instalación.

Aunque no han sido mencionadas en este Pliego, el Contratista queda obligado al cumplimiento de las Leyes, Reglamentos, Normas, Pliegos, Instrucciones, Recomendaciones, Ordenanzas y demás disposiciones oficiales de toda índole promulgadas o que se puedan promulgar durante las obras por la Administración Central, Autónoma o Local, Compañía Eléctrica, Telefónica Compañía distribuida de Gas, etc., que tenga aplicación durante los trabajos a ejecutar a juicio de la Dirección de las Obras, resolviendo ésta cualquier posible discrepancia entre ellas.

Está asimismo obligado al cumplimiento de la Legislación vigente relativa a la Reglamentación del Trabajo, calendario laboral, aprendices, salarios mínimos, seguros sociales, accidentes y Convenio Colectivo para las industrias de la Construcción y Obras Públicas de la Provincia y al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección a la

Industria Nacional y fomento del consumo de artículos nacionales. Ni la Propiedad ni la Dirección Facultativa tendrán responsabilidad alguna por cualquier reclamación a que diese lugar la Contrata por la violación de los referidos preceptos.

## **CONDICIONES DE LOS MATERIALES.**

### **Materiales para obras de fábrica.**

#### ***Aridos para morteros y hormigones.***

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo séptimo (Ar.7) de la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

A la vista de los áridos disponibles la Dirección Facultativa establecerá su clasificación, disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que estime conveniente.

#### ***Agua.***

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones y, en general, en todos los aglomerantes, cumplirá las condiciones que prescribe la Instrucción citada en el apartado anterior.

#### ***Aglomerantes hidráulicos.***

El cemento y demás aglomerantes hidráulicos que hayan de utilizarse en las obras, cumplirán las condiciones que figuran en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (Orden de 9-4-64, B.O. de 6 de Mayo de 1.964) y las indicadas en la Instrucción citada en el apartado 2.2.

#### ***Maderas.***

Las que se destinen a entibación de zanjas, apeos, cimbras, andamios y demás medios auxiliares no tendrán otra limitación que la de ser sanas y con dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner a cubierto la seguridad de las obras y del personal.

La madera para encofrados, tendrá el menor número posible de nudos. En general será tabla de dos y medio (2,5 centímetro), aunque no se proyecten paramentos vistos, si durante el transcurso de la obra surgiese la necesidad de realizarlos, se harán con tabloncillo de 4,5 a 5 cm y de las características superficiales que indique la D.F.

No se permitirán cantos ni aristas vivas en las paredes de las arquetas, debiéndose colocar berenjenos en los encofrados.

La madera de armar en estructura será de roble seca y tratada con productos adecuados antihumedad y antiagresividad de los reactivos que van a ser utilizados en su proximidad, estos productos deberán ser aprobados previamente por la Dirección Técnica.

### ***Acero en redondos para armar.***

Las armaduras para el hormigón serán de acero y las barras corrugadas. Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni solapaduras. La sección equivalente en cada barra no será inferior al 95% de la sección nominal, en diámetros mayores de 25 mm, ni al 96% en diámetros menores.

Las barras cumplirán las condiciones siguientes:

- Características mecánicas garantizadas por el fabricante:

Designación : AEH-500 N  
Clase de acero

: Dureza natural.  
Límite elástico : no menor de 5.000 Kg/cm<sup>2</sup>  
Carga uniforme de rotura : no menor de 7.000 Kg/cm<sup>2</sup>

- Ausencia de grietas después de los ensayos de doblado simple a 180° y de doblado-desdoblado a 90°, sobre mandriles de D 3,5, para doblado simple y de D7 para doblado-desdoblado.
- Alargamiento de rotura en % sobre base de D5: no menor que 16%.
- Los diámetros se ajustarán a las indicaciones de los planos.

Si por excesiva longitud de una pieza, fuese necesario el empalme de barras, éste se realizará por solape, colocando las barras una sobre otra, la longitud del solape será como mínimo de D 30.

### ***Aditivos.***

Podrá autorizarse el empleo de todo tipo de aditivos, siempre que se justifique, mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni presentar un peligro para las armaduras. Deberán ser de casas comerciales de reconocido prestigio y con autorización previa de la D.F.

### **Materiales para las zanjas.**

#### ***Materiales para rellenos de excavación.***

#### **Arena para asiento y protección de tuberías.**

Arena caliz aprocendente de machaqueo de 3/5 mm. procedente de cantera previamente seleccionada, exenta de arcillas.

### Relleno de zanjas con zahorras (todo-uno).

El material procederá del machaqueo de piedra de cantera y su curva granulométrica se ajustará al huso Z-2. Las restantes características se ajustarán a las especificaciones del artículo 501 del PG3 del MOPU.

### Relleno de grava-cemento.

Zahorras artificiales seleccionadas, procedentes de machaqueo; totalmente exentas de materiales arcillosos; tamaño máximo del árido inferior a la mitad del espesor de la tongada.

Huso	: Z-2
Equivalente en arena	: > 30
Coeficiente “desgaste de los Angeles”:	> 35
Índice CBR	: > 20
Límite líquido	: < 25
Índice de plasticidad	: < 6

A las zahorras se les mezclará de forma homogénea un 6% en peso de polvo de cemento P-350 seco; el proceso de mezcla será mecánico con dosificación y mezcla en la propia planta de suministro.

### Hormigón de protección de tuberías y soleras y arquetas.

Será de hormigón en masa H-150, preparado en planta y transportado en camiones.

### Materiales para el saneamiento.

#### ***Tubos de PVC duro.***

Marca .....	GLASSIDUR o similar.
Serie .....	5
Color .....	Teja
Longitud (m) .....	6

Características dimensionales:

Diámetro exterior mm	Espesor mm	Diámetro interior mm	Peso Kg/mto
110	3	104	1,56
125	3,1	118,8	1,80
160	3,9	152,2	2,95
200	4,9	190,2	4,62
250	6,1	237,8	7,22
315	7,7	299,6	11,48

355	8,7	337,6	14,55
400	9,8	380,4	18,31
500	12,2	475,6	28,22

Estarán fabricados según norma UNE 53.332 y según UNE 48.103 (color). Los acoplamientos o entronques de acometidas o derivaciones se realizarán con piezas especiales: Derivación pinza, curvas 45° y 90°, manguito unión y “Z”, reducciones, tapones ciegos y derivaciones simples y manguitos pasamuros.

Las uniones entre tubos se realizarán por juntas “Z” que permiten lograr una estanqueidad total, admitiendo una deformación exterior de un 10% de su diámetro exterior sin aparecer fisuras ni goteos.

Estas piezas se unen a sus tuberías mediante cola especial.

Las tuberías instaladas serán capaces de soportar una carga de aplastamiento de 13.500 Kg/m<sup>2</sup>.

### ***Tubería de hormigón armado.***

Marca .....	Tubos estancos o similar
Clase ASTM .....	IV
Diámetro interior .....	500
Espesor de pared .....	Tipo B ASTM

Los tubos estarán contruidos según normas A.S.T.M. C-76M y estarán preparados para soportar una sobrecarga de 10 Toneladas/m<sup>2</sup> por m.l. referida al diámetro (expresado en metros) que debe soportar la tubería sometida al ENSAYO DE TRES ARISTAS de fisuración controlada; en todo caso, el espesor de la pared del tubo de hormigón armado se ajustará siempre al Espesor “B” de la clase A.S.T.M.

### **Características que deben cumplir las juntas entre tubos:**

El detalle del Proyecto de la junta, tanto en lo que respecta a los extremos de los tubos como a la goma, se considera que es un cometido del fabricante, si bien la Dirección Facultativa exigirá garantías que aseguren el correcto funcionamiento de la tubería.

La tolerancia dimensional de la junta será de un 6% máximo. La junta se proyectará de forma que permita una desviación angular entre tubos no inferior a 1,5 grados, en las mismas condiciones de estanqueidad.

Se exigirán los siguientes resultados mínimos basados en lo indicado en la Norma ASTM C443 y en los criterios establecidos para abastecimientos de la región de Lieja.

Carga de rotura mínima .....	85 Kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento mínimo de rotura .....	350 %
Dureza Shore A .....	Entre 40 y 50
Compresión set máxima, en % de la deformación realizada .....	15%



Envejecimiento acelerado:

Pérdida máxima de tensión de rotura ..... 15 %

Reducción máxima del alargamiento en rotura ..... 20 %

Absorción máxima de agua en peso ..... 10 %

Resistencia al ozono ..... Sin ataque según  
ASTM D1149

Resistencia a los hidrocarburos:

Pérdida máxima de tensión de rotura ..... 15 %

Reducción máxima del alargamiento en rotura ..... 15 %

Por otra parte la junta no deberá presentar ni exterior ni interiormente porosidades ni rechupes, ni presencia de cuerpos extraños. Igualmente estará libre de rebabas exteriores.

### ***Pozos de registro para la red de fecales y pluviales.***

#### **Módulos:**

Los pozos de registro estarán compuestos por bases y módulos prefabricados de hormigón armado; el número de módulos será función de la altura de cada pozo.

Habrà dos tipos de módulos: cilíndricos y de coronación (truncocónico).

El espesor de pared será de 12 cm para los pozos de diámetro 1 m y 16 cm para los de diámetro 1,20 m; la base de pozo será prefabricada; sobre ella se colocarán los módulos cilíndricos que se precisen y finalmente el troncocónico de coronación; cada una de los módulos debe ser totalmente impermeable al paso de agua; las uniones entre anillos se lucirán interior y exteriormente con mortero hidrófugo.

#### **Trepador o pate:**

Los pates, con las dimensiones que figuran en los planos, serán de acero recubierto de polipropileno.

Su colocación se ejecutará introduciéndolos a presión en orificios practicados al efecto. Estos orificios se ejecutarán mediante taladro sobre hormigón endurecido y tendrán las dimensiones especificadas por el fabricante. La profundidad de estos orificios será de 9 centímetros.

#### **Tapas:**

El marco y la tapa deberán ser de fundición nodular con capacidad para resistir una carga puntual de 40 Tn. Las tapas deberán estar dotadas de cerrojo de sujeción. El diámetro interior libre deberá ser de 60 cm. El marco deberá tener 4 taladros para poderlo

atornillar al anillo superior del registro. El conjunto tapa y marzo tendrá un peso no inferior a 50 Kg.

La definición dimensional y estructural de los pozos viene definida en un plano específico de detalle.

Para los pozos de registro no definidos en este proyecto el Adjudicatario seguirá las instrucciones que al efecto reciba de la Dirección Facultativa.

### ***Pozo para bombeo.***

Será de hormigón armado, prefabricado, según planos. Su diámetro interior será de 2 m.

### **Condiciones técnicas de los materiales de la red de distribución de energía eléctrica.**

#### ***Materiales para canalizaciones eléctricas.***

##### **Tubo de canalización rígido de P.V.C.**

Marca : TUREPLASTICA

Tipo : CANALDUR

Diámetro : 110 y 160 (mm)

Características dimensionales:

ELEMENTO	DESIGNACION	DIAMETRO Ø mm	EMBOCADURA F mm	ESPESOR E mm	LONGITUD L mm
	32 x 3	32	32	3	5
	63 x 3	63	79	3	5
	90 x 2,7	90	79	2,7	6
TUBOS RECTOS	90 x 4,3	90	79	4,3	6
	110 x 2,2	110	91	2,2	6
	125 x 2,5	125	100	2,5	6
	160 x 3,2	160	121	3,2	6
	32	32	32	3	
CURVAS A 90º	63	63	79	3	
	90	90	79	4,3	

Para canalización enterrada de cables de alta Tensión se emplearán los conductos de DN = 160 y para los cables de Baja Tensión se emplearán conductos de DN = 110.

Los tubos llevarán marcadas, de forma indeleble y claramente visibles, las indicaciones siguientes:

- Nombre del fabricante o marca de fábrica.
- Diámetro (mm).

- Espesor nominal (mm)

En los tapones solamente se marcará el nombre del fabricante o marca de fábrica.

Ejemplos de denominación:

- Tubo recto de PVC ..... Ø 32 x 3 NIDSA 5.59.80.02
- Curva a 90° de PVC ..... Ø 32 NIDSA 5.59.80.02
- Tapón de PE para tubo PVC ..... Ø 63 NIDSA 5.59.80.02

Estos tubos rígidos estarán fabricados en PVC, abocardados en uno de sus extremos y con sus paredes totalmente lisas, no propagadores de llama, su grado de protección frente a choques mecánicos será de 7, según Norma UNE 20.324. Fabricado según Norma de IBERDUERO NIDSA 5.59.80.02 y UNE 53112; homologados por F.E.N.S.A.

### ***Tubo de canalización flexible de polietileno.***

Marca : PLASTICOS DEL EBRO

Diámetro : 110 mm

Tubos flexibles contruidos en polietileno; suministrado en tiras de 5 m; aborcadados en sus extremos; la pared exterior será corrugada y la interior totalmente lisa, permitiendo una trazado no necesariamente rectilíneo. Su grado de dureza frene a choques mecánicos será de 7, según Norma UNE 20.324. Aceptado por F.E.N.S.A.

### ***Guías.***

Guías de alambre galvanizado de 2 mm de diámetro, instaladas dentro de los tubos de canalización para facilitar el posterior montaje de los cables.

### ***Arquetas.***

Se construirán de ladrillo macizo, lucidas interiormente, con tapa de fundición con el anagrama de “IBERDROLA”. Sus dimensiones interiores estarán de acuerdo con los planos.

## **Materiales para instalaciones de suministro de energía eléctrica.**

### ***Condiciones generales.***

Todos los materiales constituyentes de las instalaciones para suministro de energía eléctrica deberán estar homologados y aprobados previamente por la empresa suministradora FENSA y cumplirán las normas que esta empresa tiene para las instalaciones de su propiedad.

Se comunicará con la debida antelación por escrito a la Dirección de Obra y al inspector de IBERDROLA los tipos y fabricantes de todos los materiales, a fin de que sean aprobados, previamente a su compra.

#### ***Seccionadores de Media Tensión Aéreos.***

Serán del tipo Loadbuster de 24 Kv, 630 A, homologados por Iberduero, S.A. y cumplirán la norma UNE 21.110.83. Los herrajes de fijación serán galvanizados.

#### ***Pararrayos Autovalvulares.***

Tendrá una tensión nominal de 18 KV y la intensidad de descarga será de 5 KA.

Los herrajes de fijación serán galvanizados..

#### ***Cable seco para media tensión.***

Constituido por conductor de aluminio, aislamiento de Etileno-propileno, pantalla de corona de alambres H 16 y cubierta de PVC. Se fabricará según la norma NIDSA 5.556.30.01. Deberá ser recepcionado por personal técnico de Iberduero. El contratista comunicará la fecha de las pruebas de recepción con una antelación de 15 días.

Se entregará a la Dirección de Obra una copia del acta de las pruebas.

Los terminales de conexión serán termo-retráctiles modelo Raychen, normas NIDSA-58.98-1, excepto en la conexión a celdas de exafloruro, donde serán del tipo K-400-LR de Ormazábal, Norma NIDSA 5.63.0001.

#### ***Cable de aluminio-acero.***

Fabricado según la norma UNE 21018, tipo LA-56.

#### ***Celdas prefabricadas de media tensión.***

Cumplirán las normas IEC-298 y UNE 20.099, así como las normas NIDSA.

Incluirá el aparellaje indicado en planos y presupuesto.

Las celdas con aparellaje de corte al aire cumplirán la norma NIDSA.5.59.40.01

Las celdas en exafloruro de azufre cumplirán la norma NIDSA 50.527.

### ***Transformadores de potencia.***

Estarán fabricados de acuerdo con las normas NIDSA 5.62.20.01, UNE 20.101 y UNESA 5201 C y serán recepcionados por personal técnico de Iberduero S.A..

El contratista comunicará la fecha de las pruebas con una antelación de 15 días.

El contratista presentará el certificado de recepción.

### ***Cuadro de distribución de baja tensión.***

Serán de dos tipos:

- a) De recepción de línea.
- b) De ampliación.

Ambos tendrán 4 salidas de baja tensión y cumplirán las normas UNESA RU-6302-A y NIDSA 59.49.1.

Incluirá los cartuchos fusibles.

### ***Cables de distribución en baja tensión.***

Serán de conductor de aluminio, aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de P.V.C. Designación UNE RV0,6/1 KV. Cumplirá la norma NIDSA 50.335 y deberá ser recepcionado por personal técnico de Iberdrola

El contratista comunicará la fecha de las pruebas con una antelación de 15 días.

El contratista presentará el certificado de recepción.

### ***Terminales y piezas de conexión bimetálicas.***

Serán del tipo por engastado o punzonado profundo y modelos normalizados por FENSA.

### ***Herrajes y soportes.***

Todos los herrajes y soportes estarán galvanizados y deberán ser aprobados previamente por la Dirección de Obra.

### ***Picas de tierra.***

De acero cobrado de 2 m de longitud y 20 m de diámetro, según normas UNESA.

### ***Cables de cobre desnudo.***

Cables de cobre electrolítico recocido, desnudos, fabricados de acuerdo con las normas UNE 21.031, 21.117 y 21.011 y 21.022.

Las grapas de conexión serán de bronce.

El resto de las características se presentan en la tabla siguiente:

SECCION	COMPOSICION	RESISTENCIA A 20°C (Ohm/K)
35	7 x 2,52	0,514
50	19 x 1,72	0,379

### ***Torres metálicas prefabricadas.***

Estarán construidas de acuerdo con las recomendaciones de UNESA con perfiles de acero soldados o atornillados entre si, con ls dimensiones indicadas en los planos.

Se galvanizarán después del mecanizado mediante inmersión en baño de zinc fundido, una vez libre de grasa, suciedad y cascarilla. El baño, de acuerdo con la norma UNE 37.3-1 1ª revisión deberá contener un mínimo de 98,5 % en peso de zinc. El espesor de galvanizado será como mínimo de 520 gr/m<sup>2</sup>.

La resistencia mecánica en punta de la torres en cualquiera de las direcciones será la siguiente:

- Esfuerzo útil horizontal con viento de 120 Km/h y coeficiente de seguridad 1,5: 2.720 Kg.
- Esfuerzo útil horizontal sin viento y coeficiente de seguridad 1,2: 4.025 Kg.
- Tiro sobre un conductor con brazo de 1,5 m. y coeficiente de seguridad 1,2: 1.460 kg.

### ***Apoyos de hormigón.***

Serán prefabricados de hormigón vibrado; el coeficiente de seguridad será 3 y los esfuerzos que se indican son los apoyos mecánicos libres a 025 m de la cogolla. Estarán fabricados según las normas de Iberduero, S.A.

### ***Cimentaciones.***

El coeficiente de seguridad al viento será de 1,5 y utilizará hormigón de 225 Kg.

En planos se indican las medidas de las cimentaciones según sean los apoyos. Se tendrá especial cuidado en respetar la cota existente entre el final del apoyo y el final de la cimentación.

La cimentación sobrepasará 200 mm la cota del terreno.

No obstante, se tendrán en cuenta las recomendaciones respecto del fabricante de los apoyos.

### ***Puestas a tierra.***

Los apoyos metálicos se pondrán a tierra mediante varilla de acero descarburado y grapa de conexión, según planos.

### ***Aisladores de alta tensión.***

#### **Aisladores para cadena.**

Responderán al tipo comercial E-70-127 y sus características serán:

- Tensión de perforación en aceite ..... 130 KV
- Tensión de ensayo bajo lluvia 1 m a 50 Hz ..... 40 KV
- Tensión de ensayo 50% bajo onda de choque 1,2/50 MS ..... +105 KV -110 KV
- Línea de fuga ..... 291 mm
- Carga de rotura ..... 8.500 Kg

#### **Aisladores rígidos.**

Corresponderán a la denominación ARVI-42.

### **Ensayos y pruebas.**

El contratista realizará todas las pruebas y ensayos que indique la dirección de obra para garantizar la calidad de los materiales y de su instalación.

El importe de estas pruebas y ensayos que se realicen en obra o en los laboratorios del fabricante suministrador, se entiende incluido en los precios de cada unidad de obra.

Así mismo se realizarán en laboratorio oficial todos los ensayos requeridos por la Dirección de Obra. El importe de estos ensayos será siempre a cargo del contratista si su resultado fuese negativo. Así mismo serán a su cargo todos los ensayos con resultado positivo hasta un importe total global del 1% del presupuesto.

## **Pruebas de recepción en obra.**

### ***Medios.***

### ***Personas.***

Por la Empresa instaladora, responsable y dos operarios, Representante de la Dirección de Obra, Representante de FENSA y Representante de la Propiedad si lo desea.

### ***Aparatos a aportar por el instalador.***

- Medidor de aislamiento:

Para baja tensión, tensión de prueba: 500 V

Para alta tensión, tensión de prueba: 5.000 V

- Medidor de resistencia de tierra. Escala 0-100 Ohm.

- Voltímetro y amperímetros de corriente continua y alterna.

- Medidor de sentido de giro de las fases.

- Medidor de coseno PHI.

Cualquier otro instrumento necesario para la correcta realización de las pruebas.

### ***Medios auxiliares a aportar por el instalador.***

3 Walkitalkis con alcance diáfano en 300 m, herramienta, escaleras y otros medios auxiliares.

### ***Documentación gráfica.***

A entregar por la Empresa instaladora, información comercial y técnica todos y cada uno de los materiales empleados. Instrucciones de mantenimiento de todos los elementos que lo requieran.

Esquemas y planos definitivos de montaje.

Entregará así mismo una relación de repuestos que considera necesario que existan el almacén de mantenimiento, especificando marcas, modelos y precios unitarios.



### ***Legislación que debe cumplirse.***

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones de Seguridad en Centrales eléctricas y Centros de Transformación.
- Reglamento sobre Condiciones de Seguridad en Centrales eléctricas y Centros de Transformación.
- Reglamento de líneas aéreas de alta Tensión.
- Normas UNE aplicables.

### ***Pruebas a realizar.***

#### *Antes de poner en servicio la instalación:*

- Medida de aislamiento entre fases y entre fase y tierra de todos los circuitos de alta tensión. Su valor será superior a 1.000 Mohmios.
- Medida de aislamiento entre fases y entre fase y tierra de todos los circuitos de alta tensión. Su valor será superior a 10 Mohmios.
- Medida de la resistencia de tierra de todas las tomas de tierra de la instalación. Su valor será inferior a:

Herrajes de C.D.T. ....	< 1 Ohm.
Neutro de C.D.T. ....	< 5 Ohm.
Autoválvulas .....	< 5 Ohm.
Baja Tensión .....	< 5 Ohm.

- Comprobación de Conexionado de circuitos de alta tensión y líneas generales de baja tensión. No existirán conexiones erróneas.
- Comprobación y tarado de los relés de alta y baja tensión, en su caso.
- Comprobación de disparo de las protecciones de alta tensión.

#### *Después de puesta en tensión la instalación:*

Estas pruebas no se realizarán sin haber realizado previamente las indicadas anteriormente.

- Medida de tensión e intensidad en todos los circuitos. Deben estar dentro de los valores permitidos.
- Comprobación de existencia de tensión y correcto sentido de giro de las fases en todos y cada uno de los enchufes y tomas de corriente o receptores eléctricos.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los automatismos y maniobras eléctricas instaladas.

### **Condiciones técnicas de las instalaciones eléctricas de alumbrado.**

#### ***Cuadros eléctricos.***

##### **Dimensionado de los cuadros.**

El cuadro y todos sus componentes eléctricos, deberán ser capaces de soportar esfuerzos térmicos y dinámicos, resultantes de la intensidad eficaz de cortocircuito y de su valor de cresta respectivamente, dichos valores serán indicados en la petición de oferta.

La capacidad térmica de los cuadros, deberá ser suficiente como para que soporte el paso de la intensidad eficaz de cortocircuito durante un segundo, sin que se produzca daño alguno

El proveedor del cuadro deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito correspondientes.

El cuadro deberá ser capaz de soportar el paso de la intensidad nominal asignada con la tensión nominal, sin que exceda el calentamiento permitido en cada uno de sus componentes. Los embarrados deberán dimensionarse específicamente en completo acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El dimensionado de cada panel se efectuará de conformidad con los equipos a contener y deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Facilidad de mantenimiento.
- facilidad de conexión de circuitos exteriores.
- Separación de seguridad entre equipos próximos.
- Disposición de embarrados en la parte superior del cuadro.
- Disposición de equipos de medida y regulación en la parte frontal, posición superior del cuadro

respetando el concepto de características generales del cuadro, sus dimensiones y formas se adaptarán en cada caso a las normalizadas por el fabricante de cuadros.

### Carpintería.

Los cuadros serán de chapa de acero o de poliéster, según se indica en el presupuesto. En los armarios de chapa esta será perfectamente lisa y plana, de espeso acorde con las dimensiones y características del cuadro y armadura de refuerzo interior. Serán autosoportantes.

El conjunto de la cabina deberá tener la rigidez necesaria para soportar, sin riesgos, los esfuerzos accidentales que se pueden producir en el transporte, instalación en obra y los esfuerzos debidos a los cortocircuitos durante su funcionamiento.

Deberán ser accesibles por delante o por detrás, o por ambos lados, según se especifique en cada caso.

Cada panel del cuadro será independiente de sus adyacentes, a base de tabiques separadores de chapa de acero, fijados en forma fuerte y segura, al objeto de aislar unos de otros de los arcos producidos en caso de cortocircuito.

Al acceso a los paneles se efectuará mediante puerta metálica con bisagras de tipo oculto, diseñadas y construidas de forma tal que evite que la puerta pueda descolgarse, agarrotarse o distorsionarse de alguna forma, debido a operaciones normales o a presiones resultantes de la interrupción del arco.

Estas puertas deberán quedar retenidas en su posición de cierre por medio de elementos tales, que no sea preciso emplear un útil o herramienta cuando se requiera proceder a su apertura.

Las puertas o paneles utilizadas como soporte de aparatos, deberán construirse reforzadas convenientemente.

Los cuadros que integren el cuadro, quedarán montados sobre soportes convenientes. Todos los aparatos frágiles estarán montados sobre soportes elásticos adecuados.

Todos los armarios tendrán un grado de protección IP-55.

### Base de fijación.

Consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo, con sus pernos de fijación correspondientes.

La base de fijación y los pernos de anclaje serán suministrados con el cuadro, pero separadamente, de manera que puedan ser instalados antes que el mismo cuadro.

### Tratamiento de la chapa.

Las partes metálicas del cuadro serán sometidas a un proceso normal de desengrasado y fosfatado, realizándose el acabado con una capa de pintura antioxidante y otra de esmalte sintético, secado a la estufa, cuyo calor será definido en su momento oportuno. Todos los

tornillos, pernos, tuercas y arandelas de acero, estarán cadmiadas, galvanizados o en todo caso, tratados de manera que se protejan contra la corrosión.

En el caso de que el ambiente en el que trabaje el cuadro, tenga características especiales de agresividad, la chapa será sometida a tratamientos acordes con la circunstancia.

### Embarrados generales.

Los soportes de las barras y los separadores de las mismas, se harán con un material aislante no hidrocópico de alta calidad, preferentemente del tipo de poliéster fibra de vidrio moldeado.

Los embarrados serán de cobre electrolítico de alta conductividad, estirado en frío y serán dimensionados para el servicio continuo y de cortocircuito que se indiquen en los datos base.

Las uniones de las barras principales, se harán por medio de tornillos de acero de alta resistencia, con tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan el aflojamiento de las mismas.

Las barras principales, uniones, tornillos, soportes, etc., deberán estar dimensionados y sujetos de manera que soporten los efectos dinámicos del valor de cresta de la intensidad de cortocircuito. La capacidad térmica de los cuadros, deberá ser suficiente como para que soporten el paso de la intensidad eficaz de cortocircuito durante un segundo, sin que se produzca ningún daño a los equipos.

En los cuadros de mucha longitud, el Fabricante deberá prever, de acuerdo con su experiencia, las juntas de expansión necesarias de manera que no se produzcan esfuerzos en los soportes de las barras.

La secuencia de las bases en las barras será R.S.T. con la fase S en el medio y la fase R en las siguientes posiciones mirando al cuadro de frente:

- 1) Arriba, para la disposición en línea vertical.
- 2) En el frente, para la disposición en línea horizontal.
- 3) A la izquierda, para las barras verticales.

Las barras deberán estar pintadas como sigue:

- 1) Fase R Verde
- 2) Fase S Amarillo
- 3) Fase T Marrón
- 4) Tierra Negro

### Barra de tierra.

Se instalará una barra de tierra horizontal de cobre a lo largo del cuadro, para realizar la puesta a tierra de todas las partes sin tensión de los equipos, la estructura metálica del

cuadro, la armadura del cable o del conductor de tierra, dicha barra llevará un terminal en cada extremo, al objeto de poder conectarla en dos puntos a la red general de tierras, la sección de esta barra irá en función de la intensidad de cortocircuito de la instalación en el cuadro.

Las puertas del cuadro deben llevar una conexión flexible a tierra, no debiéndose realizar únicamente a través de las bisagras.

### Conexionados.

La conexión entre embarrados y equipos se podrá efectuar:

- a) Mediante pletina de cobre, de sección adecuada y pintadas en los colores anteriormente especificados.
- b) Mediante cable aislado con PVC, para una tensión de servicio de 1.000 V, para equipos de intensidad inferior a 250 A.

El cableado de circuito de mando, medición y protección, se efectuará con cable flexible, aislado con PVC, tensión de servicio 750 V. Su sección mínima será de 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de mando, protección y medición de tensión y de 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de medición de corriente.

El cableado deberá realizarse hasta las regletas terminales y conectores en fábrica. Ningún tipo de cableado deberá dejarse pendiente para ser terminado en obra.

No se podrá utilizar un terminal a compresión para efectuar la conexión de varios circuitos de distintos equipos. La misma norma tiene aplicación en lo referente a las bornas.

### Cintas aislantes.

No se admitirá el empleo de cintas textiles. Las cintas de PVC serán autoextinguibles, no debiendo propagar la llama.

### Canaletas.

Estarán destinadas a alojar los cables de conexiones. Serán de tipo ranurado.

### Marcadores.

Los cables de potencia quedarán referenciados mediante collarines de aluminio.

Los cables de conexionados de circuitos de mando, protección y medición, estarán referenciados con numeraciones imperdibles y resistentes al paso del tiempo.

Toda la numeración estará reflejada en su correspondiente esquema, el cual quedará incorporado a una carpeta metálica, pensada a tal efecto.

En el frente del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación para cada panel, cada interruptor, cada equipo de mando, regulación, protección, etc...

En el frente del cuadro se colocará el correspondiente sinóptico, para facilitar las maniobras en el cuadro.

### Bornes.

Todos los circuitos de salida del cuadro terminarán en su correspondiente borna, las cuales se procurará que estén en una misma regleta. Estarán situados en lugar fácilmente accesible.

Las bornas serán de melamina hasta intensidades de 100 A y de esteatita a partir de dicho amperaje. Los bornes se elegirán según normas dictadas por el fabricante.

Para circuitos de elevada intensidad, se deberá prever desde el correspondiente interruptor, unas pletinas de cobre acabadas en palas de conexión de dimensiones adecuadas al número y sección de los cables que le serán conectados, estas palas estarán a la misma altura que la regleta de bornas previstas para los restantes casos. Si la conexión se efectuase a conductos de barras blindadas, la conexión entre éstas y las palas del interruptor (construidas según se ha descrito), se efectuará mediante conexiones flexibles.

### Fijaciones.

Todos los equipos instalados quedarán fijados a sus correspondientes soportes mediante tornillo, tuerca, arandela y demás dispositivos que impidan el aflojamiento de los mismos, siguiendo en todo las instrucciones del fabricante de los mismos.

Las canaletas se fijarán mediante tornillo, debiendo aguantar el peso del cableado. Los conductores (pequeños conductores del conexionado), cuando no vayan por canaleta, se unirán mediante cintas en hélice.

### Pilotos de señalización.

Serán de lamparita de neón. Serán fácilmente cambiables y llevarán aro reflector.

El código de colores a utilizar es el siguiente:

- Rojo : Indica que el interruptor está cerrado.

- Verde : Indica que el interruptor está abierto.
- Amarillo: Indica que el interruptor ha disparado por avería en el circuito alimentado.

Los diámetros exteriores de los pilotos estarán comprendidos entre 25 y 35 mm.

### Interruptores.

Entre éstos hay que distinguir los siguientes tipos y características:

- *Automáticos.*

Podrán ser fijos o desenchufables, según se especifique.

Se emplearán principalmente para la protección de la baja tensión de los transformadores y para la protección de circuitos de distribución de elevada potencia.

Serán de corte al aire, tendrán un poder de corte y de cierre de acuerdo con lo que se especifique en la petición de oferta. Todos los interruptores automáticos soportarán por sí mismos o por filiación con los instalados aguas arriba las intensidades de cortocircuito máximas previstas en su emplazamiento. Dispondrán, como mínimo, de dos contactos auxiliares. Salvo que se especifique lo contrario, irán equipados con bobina de disparo a emisión de corriente y con relés térmicos y magnéticos ajustables. Los interruptores de protección de transformadores irán equipados con bobina de mínima tensión.

Los interruptores serán capaces de efectuar, como mínimo, tres ciclos completos por hora, espaciados no más de quince minutos entre sí.

Los interruptores tendrán señalización mecánica con indicación “Abierto-Cerrado” disparado por relés y luminosa por medio de pilotos.

- *Normales de alta capacidad y ruptura.*

Las salidas del cuadro que no precisen interruptor automático, llevarán incorporado un interruptor de corte en carga, cuyo montaje será siempre tras cuadro.

En proyecto se especificará que salidas pueden equiparse con este equipo.

- *Con fusibles incorporados.*

Siempre que la tensión sea adecuada. Serán de tipo tras cuadro.

En proyecto se especificará que salidas pueden equiparse con este equipo.

- *Rotativo de paquete.*

Se empleará exclusivamente en circuitos de maniobra y de medición.

Su montaje se efectuará empotrado en el frente del cuadro.

Todos serán de marcas de reconocida solvencia en el mercado con gran facilidad de repuestos y máxima sencillez de montaje, debiendo pasar las pruebas y ensayos que se determinen.

### Contadores.

Están destinados principalmente al arranque de motores, si bien, pueden emplearse para seccionar líneas.

Deberán tener bobina encapsulada, contactos de plata y tener gran facilidad para el cambio de contactos.

Deberán soportar tres millones de maniobra sin presentar desperfectos apreciables.

Serán de marca de solvencia y de fácil adquisición de repuestos.

### Relés.

Entre éstos, hay que distinguir tres funciones distintas:

#### – *Protección de líneas.*

Generalmente van incorporados a los interruptores, si bien, esta protección se puede resolver a base de relés indirectos.

#### – *De maniobra.*

Relé enchufable de distinto tipo, según necesidades. Destinados a la interconexión entre los distintos equipos de control. Se dispondrán dispositivos de contactos de prueba para permitir verificación y calibrado de los relés sin soltar el cableado.

La puerta o tapa de los relés, no podrá cerrarse con los relés en la posición de prueba.

Los relés que lo precisen, dispondrán de dispositivos de indicación de la operación de los mismos. Estos dispositivos serán claramente visibles desde el frente del cuadro, sin necesidad de quitar la tapa del relé.

#### – *Protección de motores.*

Relés de disparo térmico-diferencial. Se elegirán según tablas del fabricante y potencia de los motores.

Deberán disparar por térmico en caso de fallo de fase y dispondrán de contacto auxiliar para conectar el piloto que indique el disparo.



Los relés de protección de líneas, cuando sean indirectos, así como los relés de maniobra, se montarán en la parte superior de los paneles, en puerta independiente de la de los interruptores. Todos los aparatos de control deberán llevar dispositivos de seguridad para evitar disparos accidentales. Las alimentaciones a circuitos de control y maniobra, estarán protegidas por interruptores automáticos bipolares del tipo de caja moldeada, equipables con un contacto auxiliar normalmente cerrado, que actuará sobre una señal caso de disparo.

### Interruptores y relés diferenciales.

Serán de alta calidad.

Los instalados en cabecera de circuitos, que tengan aguas abajo de su emplazamiento otras protecciones de este tipo, dispondrán de protección diferencial con regulación de intensidad y de tiempo de respuesta.

Los instalados en finales de circuitos o que no tengan protecciones similares, aguas abajo del punto de su emplazamiento, podrán ser de intensidad de respuesta fija y de disparo instantáneo.

### Transformadores de intensidad.

Serán del tipo seco, encapsulados en resinas epoxi o similar.

Los terminales primarios y secundarios serán marcados de forma indeleble.

Serán capaces de soportar los efectos térmicos producidos por el paso de la corriente máxima de cortocircuito, durante un segundo y los esfuerzos dinámicos correspondiente a su valor de pico. Los valores mínimos aceptables para la intensidad térmica y dinámica serán  $100 I_n$  y  $250 I_n$ , respectivamente. La intensidad secundaria para medida y protección, será de 5 A.

Deberán tener suficiente precisión en caso de sobrecarga y de cortocircuito como para garantizar la operación correcta de los relés y la selectividad del sistema de protecciones, caso de haber sido previstos sistemas de protección a base de relés indirectos.

Para medida, el factor de saturación de los transformadores de intensidad será  $F_s < 5$ .

La clase de precisión será de:

Clase 0,5 para equipos contadores de energía.

- Clase 1    para medición en general.  
Clase 3    para protección.

### Aparatos de medida.

Comprende este apartado los voltímetros, amperímetros, fasímetros, frecuencímetros.

Serán de 1 tipo empotrado, preferentemente de forma cuadrada, con escala de 90º y en caja de 90 x 90 mm.

### Cortacircuitos.

Los cartuchos cortacircuitos fusibles llevarán marcada la intensidad, tensión de trabajo (gT, gF, aM) y la capacidad de ruptura los que sean A.P.R. Estos irán colocados sobre material aislante e incombustible. Estarán protegidos de forma que no puedan proyectar el material fundido y pueda efectuarse el recambio bajo tensión, de ser necesario, sin peligro alguno. Deberán resistir durante una hora, una intensidad igual a 1,3 In para secciones de conductores de 10 mm<sup>2</sup> en adelante y 1,2 In para secciones inferiores. Asimismo, se fundirán en menos de media hora con una intensidad igual a 1,6 In para secciones superiores de conductores de 10 mm<sup>2</sup> y 1,4 In para secciones inferiores.

### Herrajes y soportes.

Todos los herrajes y soportes estarán galvanizados y deberán ser aprobados previamente por la Dirección de Obra.

### Picas de tierra.

De acero cobreado de 2 m de longitud y 20 mm de diámetro, según normas UNESA.

### Cables de cobre desnudo.

Cables de cobre electrolítico recocido, desnudos, fabricados de acuerdo con las normas UNE 21.031, 21.117 y 21.011 y 21.022.

Se unirán a las estructuras y entre si por medio de soldadura aluminotérmica, y a los equipos por medio de terminales de presión.

El resto de las características se presentan en la tabla siguiente:

SECCION	COMPOSICION	RESISTENCIA A 20°C (Ohm/K)
35	7 x 2,52	0,514
50	19 x 1,72	0,379

### **Cable de cobre RV 0,6/1 KV instalado sobre bandeja o canalización subterránea.**

Cable fabricado de acuerdo con la norma UNE 21.026 formado por uno o varios conductores de cobre recocido fabricado de acuerdo con la norma UNE 21002, cableado de clase I hasta 4 m<sup>2</sup> y de clase II para las demás secciones con aislamiento de polietileno reticulado y de cubierta de Policloruro de vinilo. Su tensión nominal será de 1.000 V y su tensión de prueba 4.000 V.

Serán no propagadores de la llama según UNE 20432-1.

Serán no propagadores del incendio según UNE 20432-3 y UNE 20.427.

Tendrán una emisión de halógenos en caso de incendio menor del 5%, según UNE 21147.1.

Se señalizarán mediante etiquetas en todos los extremos y cada 20 m.

### **Cable de telemando.**

Formado por conductores de cobre, aislamiento de PVC y cubierta de PVC. Tensión de aislamiento: 1.000 V. Estará apantallado con trenza de cobre, cuando así se especifique en el presupuesto.

Su comportamiento al fuego será el indicado para los cables VV 0,6/1 KV.

Se señalizarán mediante etiquetas en todos sus extremos y cada 20 m.

### **Cables de cobre 750 V bajo tubo.**

#### **Características técnicas:**

Cable fabricado de acuerdo con la norma UNE 21.031, formado por un conductor de cobre flexible, clase 5, según norma UNE 21022, recubierto por una capa de policloruro de vinilo.

Su tensión de aislamiento será de 450/750 V. Su designación según norma UNE 20.434/92 será HO7 VK

Su valoración incluye los accesorios de conexión, señalización y recortes.

Se medirán por metros realmente instalados, salvo cuando formen parte de otra unidad de obra, que los incluya.

#### Forma de montaje:

Se instalará en el interior de tubos de acero o PVC superficiales o empotrados pero nunca subterráneos.

Tanto durante su manipulación como en su instalación no se permitirán radios de curvatura inferiores a 5 veces el diámetro del cable.

Las conexiones se realizarán mediante bornas que aseguren una perfecta conexión y terminales de cobre estañado colocados por medio de tenazas a presión. La temperatura de las conexiones no será superior a la del cable.

Se evitará durante su manipulado el deterioro de la cubierta, debido a roces o golpes.

Se instalará en tramos completos entre dos terminales, prohibiéndose los empalmes intermedios, salvo autorización expresa de la dirección de obra.

Se señalizará mediante etiquetas ó números en todos los extremos y cajas de derivación.

#### **Tubos de PVC empotrados.**

##### Características técnicas:

Tubos de PVC corrugados semirrígidos fabricados en policloruro de vinilo, estable hasta 60°C, no propagadores de la llama.

Su grado de protección frente a sollicitaciones mecánicas, según norma UNE 20.324 será de 7.

Las cajas de derivación serán de PVC con tapas a presión. Su número y dimensiones ser suficientes para realizar posteriormente el tendido y conexión de los conductores.

El resto de las características se presentan en la tabla siguiente:

PASO	GRADO PROTECCION	DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR
PG-11	7	11,3	15,8
PG-13	7	14,3	18,7
PG-16	7	16,6	21,2

PG-23	7	23,3	28,5
PG-29	7	29	34,5
PG-36	7	36,6	42,5

### Forma de montaje:

Se instalarán empotrados en las paredes ó bien sobre falsos recintos. En ese caso se fijarán mediante grapas cincadas. El espesor del revestimiento será de un cm como mínimo.

Cuando vayan a contener cables eléctricos de baja tensión se tendrá en cuenta en su instalación, todo lo preceptuado en la instrucción MIBT 019 complementaria al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se tenderán siempre en tramos verticales u horizontales, colocándose una caja de registro en los cambios de dirección.

### **Tubos de PVC rígidos.**

#### Características técnicas:

Tubos fabricados a partir de resinas de cloruro de polivinilo, sin cargas, roscado en sus extremos con rosca PG DIN 40.530. Color negro.

Su grado de protección frente a choques mecánicos será de 7, según normas UNE 20.324.

Las características del cloruro de polivinilo serán:

Densidad .....	Mayor de 1.415 g/cm <sup>3</sup>
Coefficiente de dilatación .....	0,08 cm/m°C
Comportamiento al fuego .....	Ininflamable
Absorción de agua .....	Menor de 1,62 mg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción .....	562 Kg/cm <sup>2</sup>
Rigidez dieléctrica .....	50 KV/mm <sup>2</sup>
Resistividad transversal .....	10 <sup>15</sup> /cm

Se suministrarán en tramos rectos de 3 m de longitud.

Los accesorios empleados tendrán la misma rosca, y grado de protección que el tubo.

Las abrazaderas serán de acero cadmeado.

Las cajas de derivación y registro serán de PVC, con entradas y tapas, roscadas. Su grado de estanqueidad será IP-55 según norma UNE 20.324. Estarán dotadas de placa donde se fijarán las bornas de derivación.

Su número y dimensiones serán suficientes para permitir el posterior tendido y conexión de los conductores.

El resto de las características se presentan en la tabla siguiente:

PASO	DIAMETRO EXTERIOR (mm)	ESPESOR MINIMO (m)
PG-9	15,2	1,95
PG-11	18,6	2,25
PG-13	20,4	2,25
PG-16	22,5	2,50
PG-21	28,3	3,05
PG-29	37	3,25
PG-36	47	3,40
PG-48	59,3	3,90

#### Forma de montaje:

Se instalarán superficialmente mediante abrazaderas cadmeadas fijadas mediante tacos con tirafondos, tiros, spit u otro procedimiento permitido, colocadas a una distancia máxima de 0,50 m entre ellas. Se colocará en tramos horizontales y verticales. Los cambios de dirección se realizarán mediante curvas fabricadas con el mismo tubo, por medio de curvadora mecánica. No se admitirán dobleces ni abolladuras en las curvas.

En todas las uniones de tubos entre sí, con cajas o piezas especiales, la parte roscada tendrá una longitud mínima de 10 hilos de rosca.

#### **Tubos de acero galvanizado electrolíticamente.**

#### Características técnicas:

Tubos de acero fabricados con fleje laminados en frío, recocido, de bajo contenido en carbono, roscado en ámbos extremos, según norma DIN 40.430 con rosca PG, galvanizado exteriormente por procedimiento electrolítico, con protección antioxidante interior.

Su grado de protección a choques mecánicos será de 7 ó 9 según norma UNE 20.324.

El espesor del galvanizado será superior a 20 micras.

Se suministrará en tramos rectos de 3 m con un manguito de unión.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED  
EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

## III PRESUPUESTO

Pablo Castillejo Segura

José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 30 de Junio de 2011





## INDICE

1. Red de Distribución de Energía. Obra civil
2. Línea de Alta Tensión
  - 2.1 Línea aérea apoyo nº 622 C-2000-20/E
  - 2.2 Línea aérea entre apoyos nº 622 y nº 388
    - 2.2.1 Apoyo nº 388 C-2000 14-RC2-15/5
    - 2.2.2 Juego de Fusibles
    - 2.2.3 Juegos de autovalvulas pararrayos
    - 2.2.4 Conductores
3. Líneas Aéreas de Alta Tensión
4. Centro de Transformación
  - 4.1 Edificio para CT e Inversores
  - 4.2 Equipamiento de CT
5. Inversores
6. Instalación Ftovoltaica
7. Seguridad y Salud Laboral

## Resumen de PRESUPUESTO

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
----------	-------------	----------	--------	---------

Instalación solar fotovoltaica en la cubierta de una nave Industrial  
Agrícola en parcela 80, poligono 17 de Pradejon (La Rioja)

### INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

#### 1 RED DE DISTRIBUCION DE ENERGIA. OBRA CIVIL

1.1	ml 100 m.l.de paso de mandrino por todas canalizaciones.	1,00	11.01	11.01
1.2	ml M.l de canalización consistente en zanja de 450 mm de anchura y 1100 mm de profundidad medida con: - Solera de 50mm de H 200. Dos tubos de PVC rígido de D=63. Dos tubos de PVC rígido D=160 e=3.2mm quedando seprados 20mm entre si y a 50mm de las paredes - Recubrimiento de los tubos con H200 hasta 100mm por encima del tubo mas alto - Relleno con hormigón ciclopeo H200 y cinta de señalización. - Rotura de reposición del pavimento	12,00	41,51	498,12
1.3	Ud. de arqueta troncopiramidal prefabricada para calzada de las siguientes características: - Boca de entrada de diametro 600mm con tapa de hierro fuerte con marco tipo M3/T3 - Base de 1000x1000mm - Profundidad media 1150mm	2,00	229,47	458,94

Total capitulo 1..... 968.07

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
----------	-------------	----------	--------	---------

2	<b>LINEA AEREAS DE ALTA TENSIÓN</b>			
---	-------------------------------------	--	--	--

2.1	<b>LINEA AEREA APOYO N°622 C-2000-20/E</b>			
-----	--	--	--	--

2.1.1	<p>Trabajos para sustitución del apoyo n°622 de la linea “Circunvalación Norte “ y conexión final de las instalaciones particulares a la red que han de hacerse con tecnicas de trabajos en tensión por el personal designado por IBERDROLA según ACUERDO CON DICHA EMPRESA, y consistentes en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montaje y sustitución de aisladores con sus herrajes. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 9 alargaderas ALV 16-470</li> <li>- 9 AL-AC nicel II (composite) amarre normal con sus herrajes</li> <li>- 1 AL-AC nivel II (composite) suspensión reforzada grapa GS-3-78</li> </ul> </li> <li>- Apoyos lineas aereas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Complemento izado cabeza apoyo con la base previa de Hormigón</li> <li>- Apoyo de celosia “C2000-20/E (con excavación)</li> </ul> </li> <li>- Montaje y sustitución de conductores con sus conexiones. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 terminal puentes de derivación LA 56 TDP-56</li> <li>- 1 terminal puentes (pasante)LA 56 TP-56</li> <li>- 1 manguito de empalme cable LA 110</li> <li>- 0.05 Tendido de conductor LA 56 (S/CIR)</li> <li>- 3 MD colocar protecciones aislante</li> <li>- 6 MD regular un conductor</li> <li>- 3 MD colocación terminales puente comop.S/C-D/C(1CIR)</li> <li>- 1 MD cierre de puentes s/carga S/C-D/C (3 puentes)</li> <li>- 1 MD apertura de puentes s/carga S/C-D/C (3 puentes)</li> <li>- 3 MD desplazar conductores para sustituir apoyo S/C</li> <li>- 1 Agente zona de trabajo</li> <li>- Aislar conductor/puentes (3F) apoyo S/C con nido de cigüeña</li> <li>- 3 Base terminal rosca BTR-6</li> <li>- 4 Maniobra y puesta a tierra / reposición de la instalación</li> <li>- 1 Enganche programado</li> </ul> </li> <li>- Montaje y sustitución de crucetas y armadura. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 Cruceta recta RC2-15/5 apoyo celosía</li> <li>- 1 Cartela cruceta recta, CAD.VERT/HORIZ, CCV RH/RC</li> </ul> </li> <li>- Desmontaje linea de media tensión. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chatarra de poste de hormigón</li> </ul> </li> <li>- Dirección facultativa <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dirección de obra</li> </ul> </li> <li>- Energización. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 MD montaje conexión derivación / H sin seccionadores fusibles S/C</li> </ul> </li> <li>- Montaje y sustitución de P.A.T. en lineas. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Medición de la puesta a tierra del apoyo</li> <li>- 1 Anillo con bucle 3.5x3.5 sin pica / en tierra</li> <li>- 1 Antena +PL 14-1500 en tierra</li> <li>- 4 Pica PL 14-1500 en tierra</li> </ul> </li> <li>- Proyecto, estudio y topografia <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 preparación de proyecto</li> </ul> </li> <li>- Seguridad en apoyos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antiescalo ant/0.7-0.85-AM(C1000/C4500-12/14)</li> </ul> </li> </ul>	1	10.245,56	10.245,56
-------	---	---	-----------	-----------

Total capitulo 2 .....10.245,56

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.2</b>	<b>LINEA AEREA ENTRE LOS APOYOS N°622 Y N°388</b>			
<b>2.2.1</b>	<b>APOYO N°388 C-2000-14-RC2-15/5</b>			
2.2.1.1	kg Hierro galvanizado en torre de alta tensión	618,00	1,52	939,36
2.2.1.2	Ud Ud. de cruceta RC2-15/5	1,00	173,53	173,53
2.2.1.3	Ud Unidad de cadena de amarre de tres aisladores composite y grapas de amarre GA-1	3,00	64,20	192,60
2.2.1.4	Ud Unidad de placa de peligro de muerte y herraje de numeración.	1,00	30,05	30,05
2.2.1.4	ml Cable de cobre desnudo de sección de 50mm <sup>2</sup> , incluso parte proporcional de picas y grapas necesarias para desconexión.	15,00	7,21	108,15
2.2.1.6	Ud Juego de chapas antiescalo	1,00	480	480
2.2.1.7	m3 M3 de excavación para pozo de cimentación por medios mecánicos cualquiera que sea la naturaleza del terreno	2,43	90,15	219,06
2.2.1.8	m3 M3 de carga y extendido de tierras procedentes de la excavación	2,43	18,03	43,81
2.2.1.9	m3 Hormigonado de cimentación	2,65	150,25	398,16
2.2.1.10	Ud Puesta a tierra	1,00	240,40	240,40
2.2.1.11	kg Transporte y acopio de material de pie de obra	717,00	0,32	229,44
2.2.1.12	kg Armado e izado de torre de alta tensión	717,00	0,45	322,65
Total de capitulo 2.2.1.....				3.377,21

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.2.2</b>	<b>JUEGO DE FUSIBLES</b>			
2.2.2.1	Ud Unidad de 100x2,4m para soporte de los seccionadores con tornillería de de sujeción	1,00	114,19	114,19
2.2.2.2	Ud Juego de fusibles XS 24KV	1,00	380,32	380,32
2.2.2.3	Ud Terminales bimetálicos DPCE-LA-56	6,00	7,21	43,26
2.2.2.4	Ud Cinta Olit de Raychen	9,00	29,75	267,75
2.2.2.5	Ud Unidad de mano de obra de transporte y montaje	1,00	300,51	300,51
Total da capitulo 2.2.2 .....				1.106,03

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.2.3</b>	<b>JUEGO DE AUTOVALVULAS PARARRAYOS</b>			
2.2.3.1	Ud Abrazaderas soporte de autoválvulas para colocar en soporte De terminales subterráneos	3,00	9,00	27,00
2.2.3.2	Ud Juego de autoválvulas pararrayos de 15KV 10KA	1,00	317,03	317,03
2.2.3.2	Ud Puesta a tierra de autoválvulas cun cable Cu-50mm2, incluso con picas i grapas de conexión	1,00	300,51	300,51
2.2.3.3	ml Cinta Olit de Raychem para forrar puentes desde fusibles a botellas terminales	6,00	29,75	178,50
2.2.3.5	Ud Unidad de mano de obra de transporte y montaje	1,00	300,51	300,51

Total capítulo 2.2.....1.123,55

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.2.4</b>	<b>CONDUCTORES</b>			
2.2.4.1	Kg Conductor AL-AC DE 54,6mm2 en simple circuito	15,20	4,14	62,93
2.2.4.2	Ud Tendido de cable, tensado, regulado, engrapado de cable LA-56	1,00	300,00	300,00

Total capítulo 2.2.4.....362,93

Total capítulo 2.2.....5.969,72

Total capítulo 2 .....16.215,28

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
3	<b>LINEA AEREAS DE ALTA TENSION</b>			
3.1	ml M.L de conductor de aluminio con aislamiento seco HEPR.Z1 12-20KV DE 3X(1X24) mm2 de aluminio enterrada bajo tubo.	13,00	32,28	419,64
3.2	Ud Ud. de botella terminal exterior para cable de aluminio HEPR-Z1 12-20 KV DE 3X240 mm2 compuesta de -Conjunto de 3 terminales de NIDSA 58.98-1 -3 terminales rectos de NIDSA 58.64-1 -3 terminales NIDSA 58.60-1	1,00	286,04	286,04
3.3	Ud Ud de conjunto de 3 conectores acodados para celda de SF6 y Cable HEPR-Z1 12/20 de aluminio de 1x240mm2	1,00	763,49	763,49
3.4	Ud Ud de salida a torre metálica de linea subterranea con cable seco Bajo canaleta, con terminales, herrajes, crucetas, etc	1,00	496,05	496,05
3.5	Ud Ud de transporte de material y personal a pie de obra	1,00	90,15	90,15

Total capítulo 3.....2.055,37



Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
4	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>			
<b>4.1</b>	<b>EDIFICIO PARA CT E INVERSORES</b>			
4.1.1	Ud Edificio prefabricado de hormigón de la serie EHC24. Acabado exterior con un revoco de pintura que garantice la resistencia a los agentes atmosféricos. Equipados con: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 puerta frontal de transformador con cerradura</li> <li>- 2 puertas frontales de transformador con rejilla</li> <li>- 2 rejillas de ventilación frontal superior</li> <li>- Malla de protección de transformador</li> <li>- Cuba de recogida de aceite</li> </ul> Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longitud total 6.980mm, longitud interior 6.860mm.</li> <li>- Anchura total 2.500mm, anchura interior 2.240mm.</li> <li>- Altura total 3.300mm, altura interior 2.535mm</li> <li>- Peso aproximado 22Tn</li> </ul>	1,00	10.803,38	10.803,38
4.1.2...	Ud Trabajos de adecuación de edificio prefabricado para albergar local destinado a inversores consistentes en : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecución de división interior para separación de recinto de inversores mediante muro de fabrica, convenientemente terminado.</li> <li>- Ejecución de falso techo en recinto de inversores.</li> <li>- Apertura de hueco para extractor en pared lateral de edificio</li> <li>- Ud. de equipo de extracción de aire, incluso contactores, termostato, protecciones, canalización eléctrica, etc.</li> </ul>	1,00	1.500	1.500
4.1.3	Ud Ud. de obra civil para ubicación de centro de transformación Incluyendo. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Demolición solera de hormigón, existente por medios Mecánicos y retirada de escombros y traslado al vertedero Y p.p de de medios auxiliares, 34m2.</li> <li>- Excavación por medios mecánicos, cualquiera que sea la naturaleza del terreno, hasta llegar ala cota -0.7 para foso y carga de y trasporte de tierras a vertedero y p.p. de medios auxiliares.</li> <li>- Limpieza y nivelación de fondo de foso para ubicación de centro de transformación.</li> <li>- Extendido de lecho de arena de rio lavada y nivelada de 1.5cm</li> <li>- Reparación hasta dejar en perfecto estado de uso del entor de la excavación.</li> </ul>	1,00	4.317,60	4.317,60

4.1.5	Ud Ud. de toma de tierra de protección de centro de transformación constituida por 56m de cable de cobre rígido desnudo de 50mm <sup>2</sup> de sección de soldado con soldadura aluminotermica.	1,00	312,24	312,24
4.1.6	Ud Ud. de toma de tierra para neutro a 20m del C.T. con 4 picas de 300μ y 2m de longitud, separadas 3m, unidas entre si con cable de cobre desnudo de 50mm <sup>2</sup> y conexión hasta C.T. con cable de cobre aislado con designación UNE RVK de 50 mm <sup>2</sup> de sección.	1,00	336,96	336,96
4.1.7	Ud Ud. de luminaria de 1x36 W estanca PHILIPS mod. PACIFIC TWC 216 HFB con lámpara de color 80.	2,00	77,64	155,28
4.1.8...	Ud Parte proporcional de canalización eléctrica ( conductores, tibo, cajas de registros, etc) de aparato de alumbrado o bloque de emergencia bajo tubo de PVC rígido enchufable o sobre bandeja ( tubos y conductores desde cuadro).	4,00	20,16	80,64
4.1.9	Ud Ud. de interruptor unipolar SIMON 48 en instalación saliente estanca.	2,00	17,91	35,82
4.1.10	Ud Ud. de interruptor magnetotérmico 10 A II, MERLIN GERIN modelo C 60 H.	1,00	41,91	41,91
4.1.11	Ud Armario metálico para cuadro de distribución con 30% de Espacio libre de reserva, incluso rotulos de formica gravados.	1,00	49,65	49,65
4.1.12	Ud Ud. de accesorios compuestos por:	1,00	837,05	837,05
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 candado universal normalizado C.T.</li> <li>- 1 par de guantes aislantes</li> <li>- 1 pértiga interior</li> <li>- 1 banquillo aislante</li> <li>- 1 placa de primeros auxilio</li> <li>- 4 placas de peligro de muerte</li> <li>- 1 armario de fusibles y accesorios</li> <li>- 1 pértiga detectora</li> </ul>			
4.1.13	Ud Instalación de extintor de 5 kg de nieve carbónica (CO <sub>2</sub> ), EFICACIA 34-B, incluso accesorios y mano de obra para colocación.	2,00	105,18	210,36
4.1.14	Ud Ud. de colocación de placa de señalización luminiscente en aluminio, de 210 x 297 mm, modelo SE-AD4, para ubicación sobre BIE extintores, pulsadores y sirenas incluyendo accesorios y mano de obra de instalación	2,00	11,7	26,40

Total capítulo 4.1.....18.704,39

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
----------	-------------	----------	--------	---------

## 4.2 EQUIPAMIENTO CT

4.2.1	Ud Celda de remonte de cables maraca Merlin Gerin, modelo	1,00	1.267,91	1.267,91
-------	---	------	----------	----------

SGAME 16 de dimensiones

- 375 mm de anchura
- 875 mm de profundidad
- 1600 mm de altura
- 110 kg de peso

Equipo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A, tensión 24 KV y 16 kA
- Remonte de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Preparación para conexión inferior con cable seco unipolar.

4.2.2	Ud Celda de interruptor-medida marca Merlin Gerin, modelo SGCMD3TF16, de dimensiones:	1,00	8.124,49	8.124,49
-------	---	------	----------	----------

- 750 mm de anchura
- 940 mm de profundidad
- 1600 mm de altura
- 230 kg de peso sin TT ni fusibles

Equipo:

- Juego de barras tripolar de 400 A , con salida superior derecha.
- Interruptor seccionador de corte SF\_ de 400 A, tensión de 24KV Y 16 KA
- Seccionador de puesta a tierra en SF6
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Mando CIT accionado de forma manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- 3 transformadores de tensión protegidos.
- 3 fusibles

4.2.3	Ud Celda de protección con interruptor automático marca Merlin Guerin, Modelo SDM1C16M de dimensiones:	1,00	11.472,49	11.472,49
-------	--	------	-----------	-----------

- 750 mm de anchura
- 1.220 mm de profundidad
- 1.600 mm de altura
- 400 kg de peso sin TI

Equipo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con Celdas adyacentes de 16 KA
- Seccionadores en SF6
- Mando CS1 manual

- |       |  |      |          |          |
|-------|--|------|----------|----------|
| 4.2.4 | Ud Cajón BT superior en celda de protección con rele Sepam S40 Y B22 con las siguientes funciones de protección y telemedida Según MT 2.90.01: | 1,00 | 6.011,96 | 6.011,96 |
|-------|--|------|----------|----------|

- |       |   |      |          |          |
|-------|---|------|----------|----------|
| 4.2.5 | Ud Armario de comunicación para telecontrol, protección y telemedida de dimensiones 310x335x670 mm. ( ancho x fondo x alto) para centros fotovoltaicos conteniendo en su interior, debidamente montados y conexicionados, los siguientes elementos: | 1,00 | 5.716,98 | 5.713,98 |
|-------|---|------|----------|----------|

- |       |   |      |          |          |
|-------|---|------|----------|----------|
| 4.2.6 | Ud Celda de medida de tensión e intensidad con entrada y salida Inferior por cable, marca Merlin Guerin, modelo SGBC3316, de dimensiones: | 1,00 | 6.257,65 | 6.257,65 |
|-------|---|------|----------|----------|

- |       |   |      |          |          |
|-------|---|------|----------|----------|
| 4.2.7 | Ud Transformador trifásico de ORMAZABAL de arrollamientos concéntricos en cobre, chapa apilada inmerso en baño de aceite mineral, refrigeración natural ONAN dentro de cubas de aletas de llenado integral, rueda orientables válvula de vaciado, tapón de llenado, placa de características y toma de puesta a tierra. | 1,00 | 4.897,00 | 4.897,00 |
|-------|---|------|----------|----------|

- upna**  
Universidad  
Pública de Navarra

4.2.8	Ud Mano de obra de colocación y pruebas de los distintos elementos que equipan el C.T.	1,00	459,00	459,00
4.2.10	Ud Cuadro para contadores IBERDROLA, alta tensión en vacío.	1,00	832,00	832,00
4.2.11	Ud Equipo para conexión y medida de una instalación fotovoltaica Hasta 100 kW para colocación interior. Marca URIARTE, mod UR-CIT-E-FOT.			
4.2.13	Ud Ud. de barra equipotencial con conexión de red de tierra del edificio red de tierra del neutro, herrajes y red de tierra del apoyo nº 388. Todos los conductores UNE RVK	1,00	60,00	60,00

Total capítulo 4.2.....46.567,62

Total capítulo 4.....65.272,01

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
5	<b>INVERSORES</b>			
5.1	Ud Inversor trifásico para conexión a red, marca INGETEAM, modelo INGECON SUN 25. Potencia nominal 25 KW , potencia máxima 27,5 KW , eficiencia máxima > 95% con transformador AC de aislamiento galvánico incluido, interface usuario mediante pantalla LCD y Leds indicadores de estados y alarmas, caja con grado de protección IP20, control de red y equipos de seguridad. Incluido transporte y mano de obra de colocación y pruebas.	4,00	9.507,35	38.029,40
5.2	Ud Ud de interruptor automático magnetotérmico de 250 A, marca Schneider Electric, mod. NSX250N 2.2 250 A y 4 polos, referencia LV431875.	1,00	1.605,86	1.605,86
5.3	Ud Ud de interruptor automático magnetotérmico de 63 A IV. Marca MERLIN GUERIN mod. C 60 H.	4,00	146,53	146,53
5.4	Ud Ud. de contactor de energía digital ME trifásico. Marca Merlin Guerin Mod. 17070 ME4 3x230/400.	4,00	342,22	342,22
5.5	Ud Corta circuitos fusible de 63 A LEGRAND mod, GL.	4,00	2,17	8,68
5.6	Ud Válvula combinada de descarga de corriente de rayo y descargadores de sobretensiones para redes trifásicas PHOENIX CONTACT mod FLT-CP-3S-350 incluso corta circuitos fusibles de 125 A (Protección basta y media).	1,00	743,30	743,30
5.7	Ud Ud. de rótulo de formica, grabado.	9,00	2,92	26,28
5.8	Ud Ud. de armario modular MERLIN GUERIN G PRISMA PLUS de 800x550x200 con puertas ciegas provisto de pletinas/ tapas/ soportes de barras horizontales y verticales/ con un 30% de espacio libre de reserva.	1,00	329,87	329,87
Total de capítulos 5.....				42.698,39

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
6	<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>			
6.1	Ud Panel solar monocristalino marca SUNTECH, mod. 180S-24/Ad. Marco de aleación de aluminio anodizado, caja de conexiones estanca IP 67, cables de salida con conectores integrados. Incluso mano de obra.	748,00	344,15	257.424,20
6.2	ml Conductor de cobre con designación UNE RVK 0.6/1 KV de 1x6 mm2 de sección de la instalación sobre bandeja.	2.463,00	0,86	2.118,18
6.3	ml Conductor de cobre con designación UNE RVK 0.6/1 KV de 1x95 mm2 de sección de la instalación sobre bandeja.	342,00	7,75	2.650,50
6.4	ml M.l. de tubo de acero galvanizado D=100 en instalación adosada	10,00	19,11	191,10
6.5	ml M.l. de bandeja metálica galvanizada de 100x62 con sistema de sujeción y cajas de registro de superficie para derivaciones.	60,00	16,07	964,20
6.6	Ud Cala de conexiones y fusibles de protección e interruptor de corte en carga situado en el tejado junto a la estructura de paneles para el conexionado en paralelo de dichos paneles y el seccionamiento completo de la instalación. Marca Telergón serie CFV5 nivel 2	4,00	2.366,00	9.464,00
6.7	Ud Estructura anclada a la estructura de la nave para montaje de paneles 1,00 En cubierta, marca ESTRUSUN Estructura para dos filas de módulos colocados en horizontal. Incluye perfiles de aluminio y tornillería de acero inoxidable A2 Anclaje de paneles mediante pinzas (ajustables según espesor del panel ). Incluso mano de obra y pequeño material para el montaje definitivo de la estructura, dejando la cubierta en perfectas condiciones.	1,00	21.785,5	21.785,55
Total capítulo 6.....				294.597,73

Nº Orden	Descripción	Medición	Precio	Importe
7	<b>SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>			
7.1	Unidad de ejecución de los medios para la resolución de los problemas De seguridad y salud en el trabajo derivados de la construcción	1,00	8.419,66	8.419,66
Total capítulo 7.....				8.419,66
Total presupuesto.....				430.226,51



## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

### DESCRIPCIÓN

01 Red de distribución de energía. Obra civil.....	968,07	0.2%
02 Líneas aéreas de alta tensión.....	16.215,28	3,77%
02.1 Lin. Aérea apoyo nº622 c-2000-20/e.....	10.245,56	63,18%
02.2 Lin aérea entre los apoyos nº622 y nº388.....	5.969,72	36,82%
2.2.1 Apoyo nº388 c2000-14-rc2-15/5.....	3.377,21	56,57%
2.2.2 Juego de fusibles XS.....	1.106,03	18,53%
2.2.3 Juego de autoválvulas pararrayos.....	1.126,55	18,82%
2.2.4 Conductores.....	362,93	6,08%
03 Línea subterránea de alta tensión.....	2.055,3	0,48%
04 Centro de transformación.....	65.272,01	15,17%
04.1 Edificio para el ct e inversores.....	18.704,39	28,66%
04.2 Equipamiento ct.....	46.567,62	71,34%
05 Inversores.....	42.698,69	9,92%
06 Instalación fotovoltaica.....	294.597,73	68,48%
07 Seguridad y salud laboral.....	8.419,66	1,96%

**Presupuesto de ejecución material.....430.226,51€**

**Gastos generales y beneficio industrial 18%.....77.440,77 +**  
**Presupuesto total.....507.667,28 €**

**I.V.A.18%.....91.380,11 +**  
**Presupuesto líquido.....599.047,39 €**

**Honorarios: ((3% de proyecto) + (3% dirección de obra)) x 18%**

**Honorarios= (0.06 x 430.226,51) x 1,18 = 30.460,04 €**

Asciende el presente presupuesto a la expresada cantidad de:

**SEISCIENTOS VEINTINUEVE MIL QUINIENTOS SIETE CON CUARENTA Y DOS CENTIMOS**

### NOTAS:

- Los precios de las unidades de obra resultantes de las modificaciones en obra de estos presupuestos se realizarán con los mismos criterios que se han seguido en los de este presupuesto.
- Todos los materiales serán los indicados en presupuesto o de igual calidad o superior a juicio de la dirección facultativa.
- Las cantidades indicadas incluyen accesorios y mano de obra.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED  
EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

IV PLANOS

Pablo Castillejo Segura

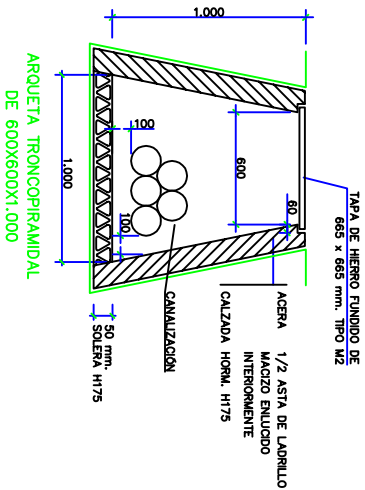
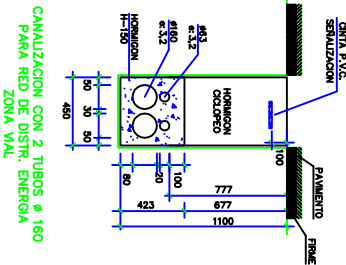
José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 30 de Junio de 2011

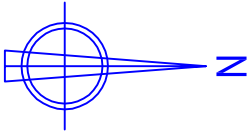


## LISTADO DE PLANOS

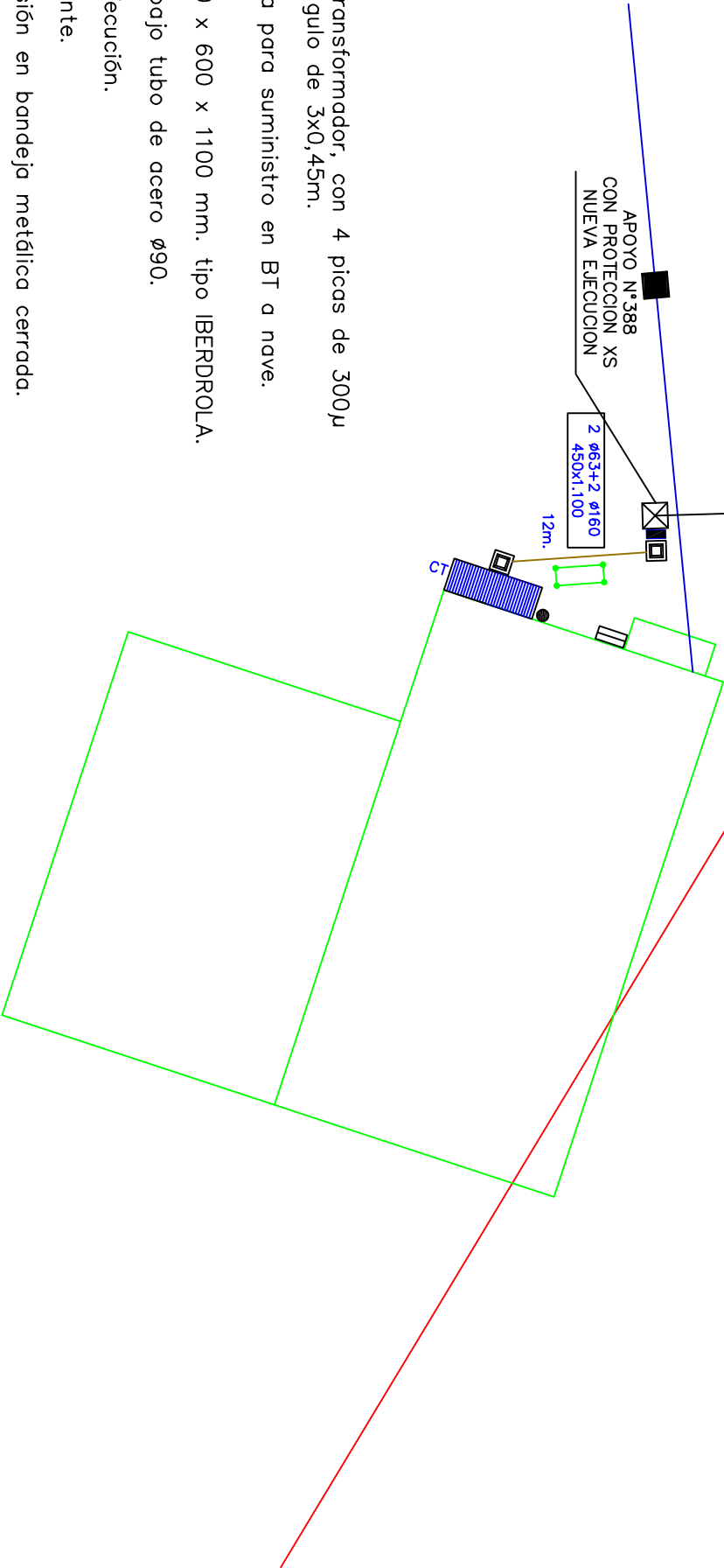
1. Situación
2. Línea de alta tensión. Estado actual
3. Obra civil y canalización para transporte de energía hasta la red general
4. Modificación línea 13,2 kV. Derivación CT, planta general y perfiles
5. Detalles de torres
6. Centro de Transformación
7. Estado actual nave. Alzados y secciones
8. Estado actual nave. Planta de cimentación
9. Estado actual nave. Planta de estructura
10. Estado actual nave. Planta de cubierta
11. Implantación solar
12. Instalación solar. Distribución de circuitos
13. Esquema Unifilar
14. Plano de montaje



APOYO EN LA LINEA DE 13,2 KV "CIRCUNVALACION NORTE"  
(ACTUALMENTE, LINEA "PRADEJON") DE LA S.T.R. PRADEJON  
SITUADA EN LA PARCELA 64, POLIGONO 17 DE PRADEJON  
PROPIEDAD DE IBERDROLA S.A.U  
NUEVA EJECUCION (SUSTITUYE AL EXISTENTE)



NOTA IMPORTANTE: LA DISTANCIA ENTRE EL APOYO N° 622 Y LA  
ESTRUCTURA DE LA PUERTA METALICA DE ACCESO A LA PARCELA 80,  
POLIGONO 17, DEBE SER MAYOR DE 2,5m



Puesta a tierra de neutro de transformador, con 4 picas de 300μ y 2 m. colocadas en un rectángulo de 3x0,45m.

Armario de protección y medida para suministro en BT a nave. Existente.



Arqueta troncopiramidal de 600 x 600 x 1100 mm. tipo IBERDROLA.



Canalización adosada a pared bajo tubo de acero Ø90.



Torre de alta tensión. Nueva ejecución.



Soporte de baja tensión. Existente.

Acometida a torre de alta tensión en bandeja metálica cerrada.

2 Ø63+2 Ø160  
450x1.100

Canalización en zanja de 450x1100 mm. con 2 tubos Ø63 + 2 tubos Ø160 e:3.2 con rotura y reposición de pavimento.

Línea aérea existente de AT a conservar.

Línea aérea de AT de nueva ejecución.


Línea aérea existente de BT para suministro a nave. A conservar.



CT PRADESOL N° 8978.

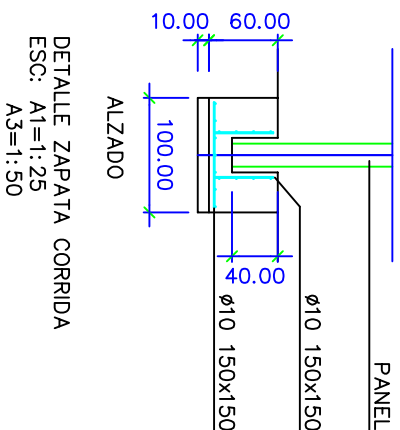
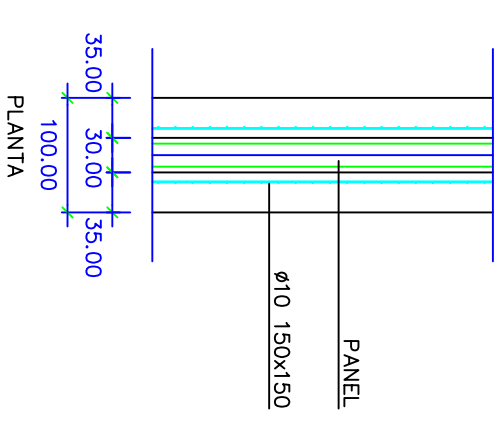
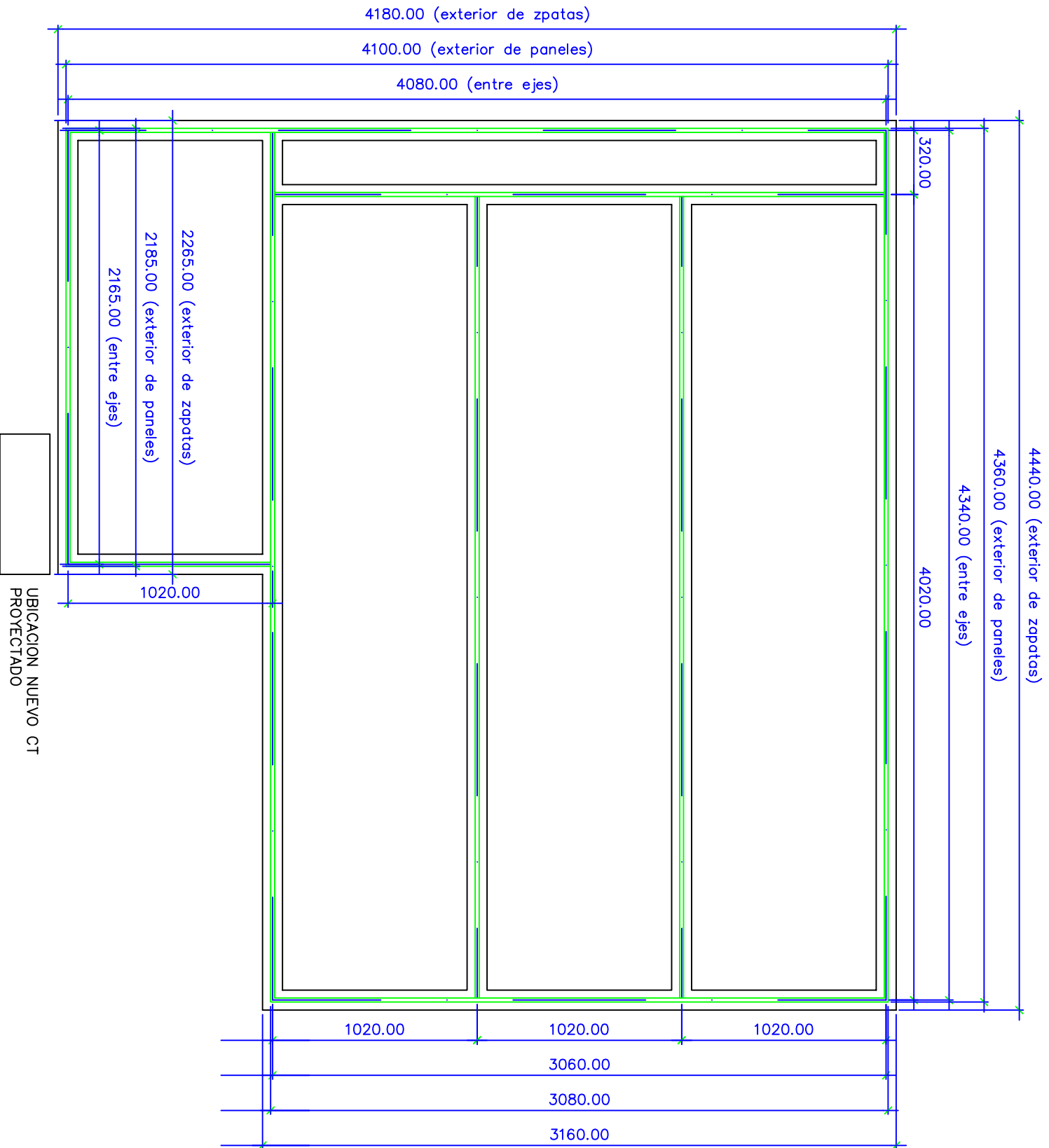
Centro de transformación proyectado conteniendo interruptor automático telemandado.


Situado en parcela 80, polígono 17 de Pradejón en La Rioja.

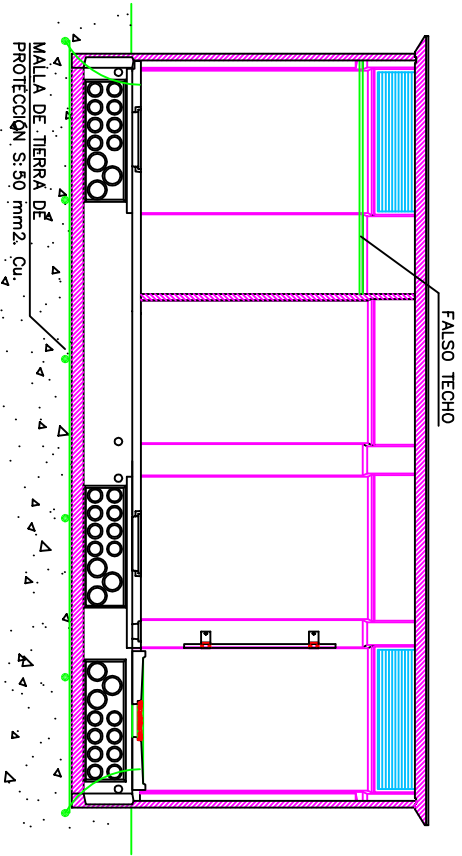
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	

PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO:	Pablo Castillejo Segura
-----------	---	------------	-------------------------

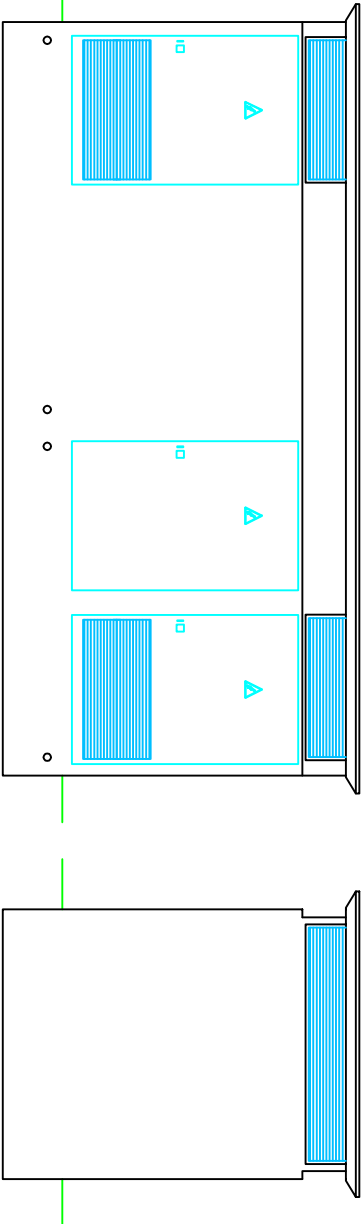
PLANO:	OBRA CIVIL Y CANALIZACIONES PARA TRANSPORTE DE ENERGIA HASTA LA RED	FECHA:	7/06/2011	ESCALA:	1:400	Nº P. ANEXO:	5
--------	--	--------	-----------	---------	-------	--------------	---



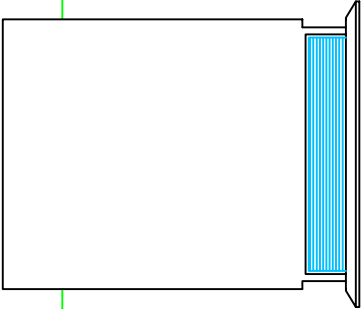
<div>Universidad Pública de Navarra</div> <div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.</div>	<div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div> <div>REALIZADO: Pablo Castillejo Segura</div>
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL</div>		
<div>PLANO: ESTADO ACTUAL NAVE PLANTA DE CIMENTACIÓN</div>	<div>FECHA: 7/06/2011</div> <div>ESCALA: 1:200</div> <div>Nº P. 8</div>	



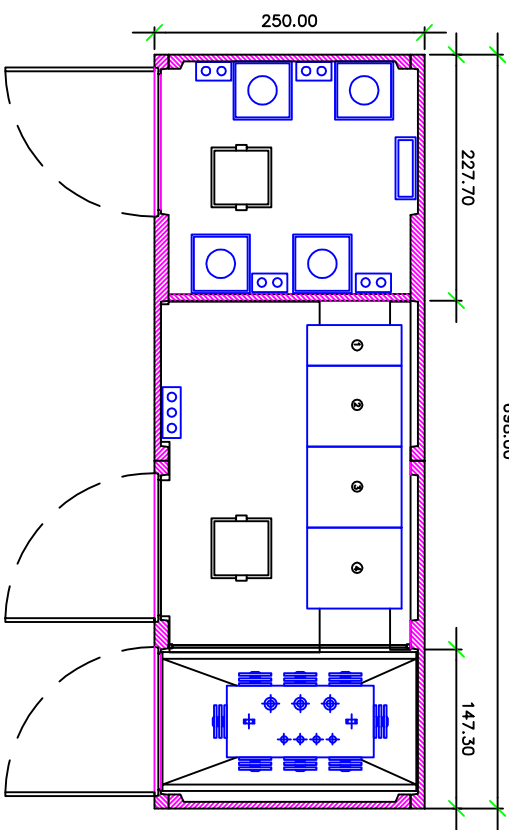
SECCION



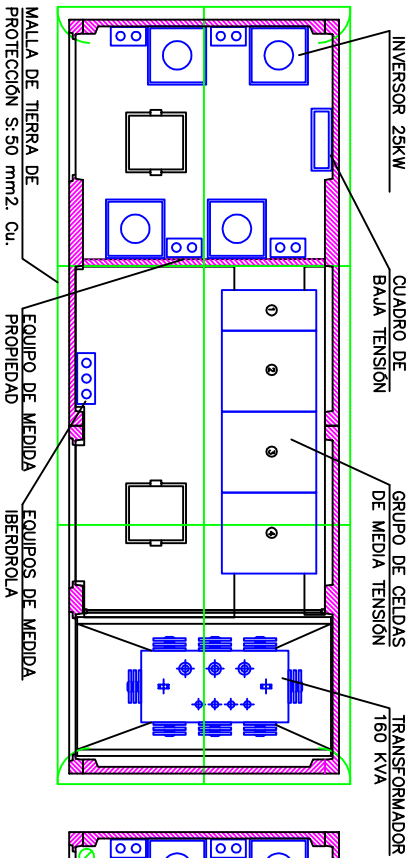
ALZADO FRONTAL



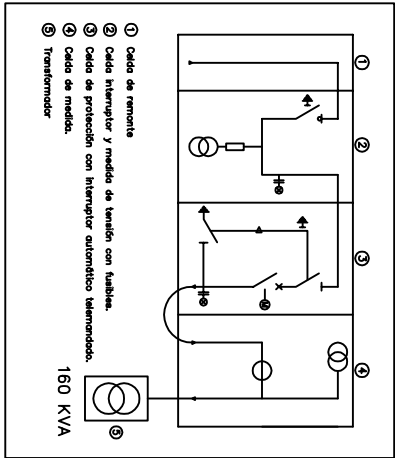
ALZADO LATERAL



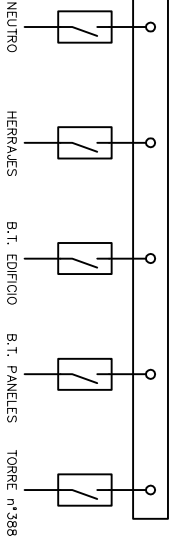
PLANTA



Interruptor unipolar.  
Luminaria estanca, potencia 1x36 W.  
Phillips mod. Pacific TCW 216 HFB  
Extintor de 5 Kg. de CO2.




ESQUEMA CT PROYECTADO



EMBARRADO A COLOCAR EN C.T.

NOTA IMPORTANTE: LA DISTANCIA ENTRE EL APOYO Nº 622 Y LA ESTRUCTURA DE LA PUERTA METÁLICA DE ACCESO A LA PARCELA 80, POLIGONO 17, DEBE SER MAYOR DE 2.5m

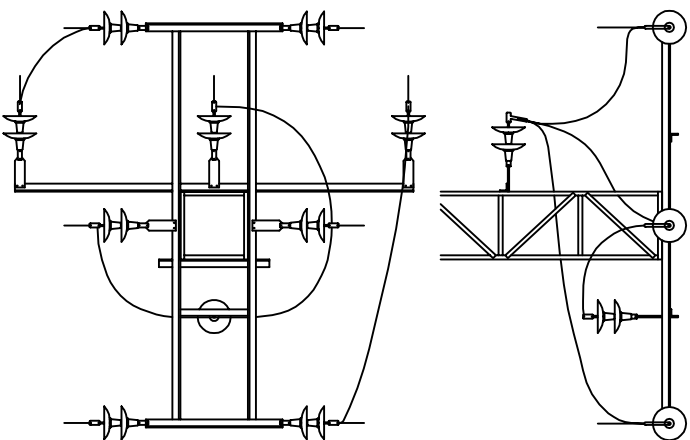
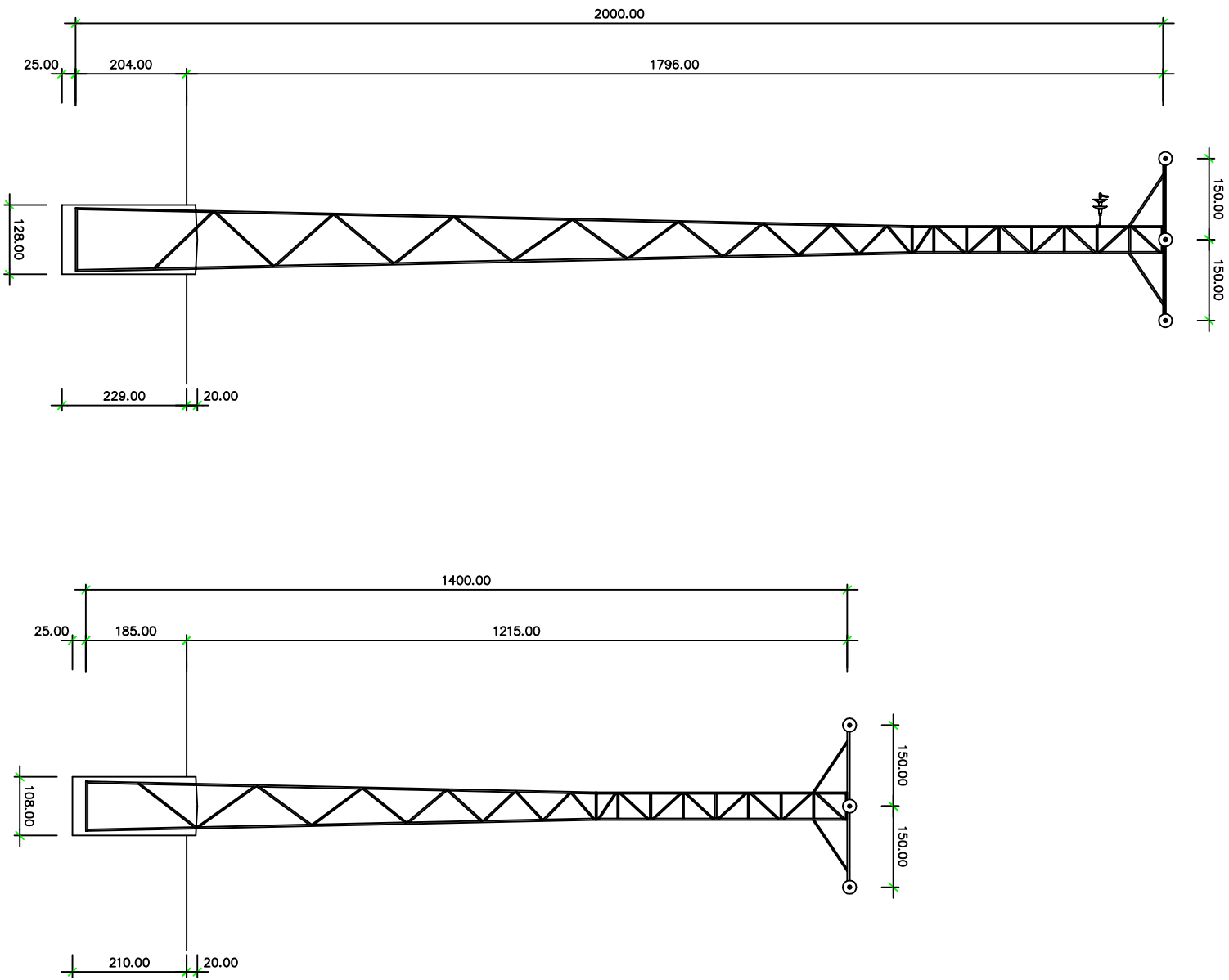
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.	

PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL	REALIZADO:	Pablo Castillejo Segura
-----------	--	------------	-------------------------

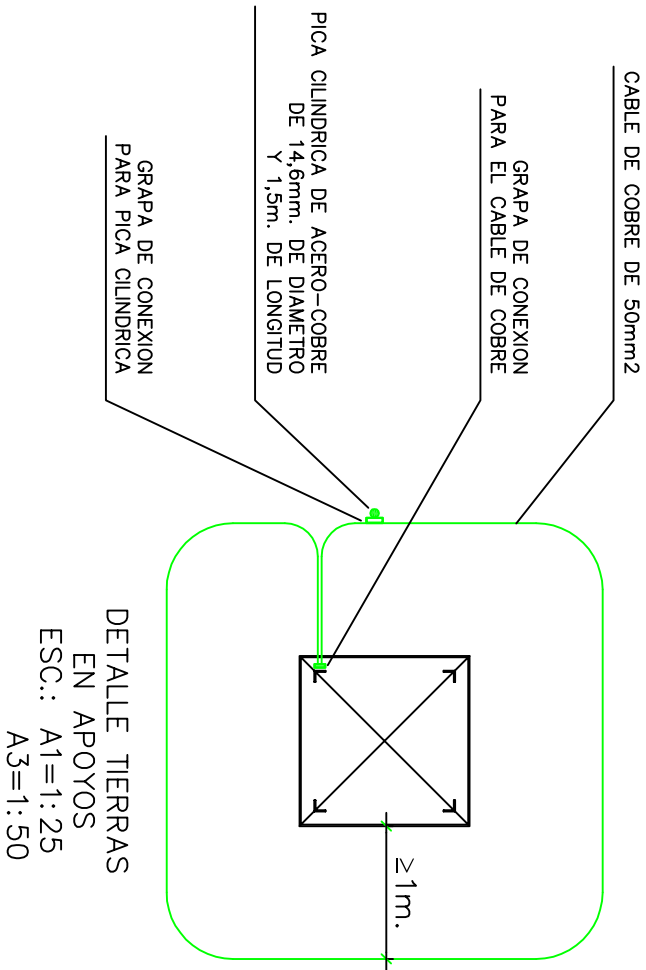
PLANO:	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	FECHA:	7/06/2011	ESCALA:	1:50	Nº P. AND.	6
--------	--------------------------	--------	-----------	---------	------	------------	---





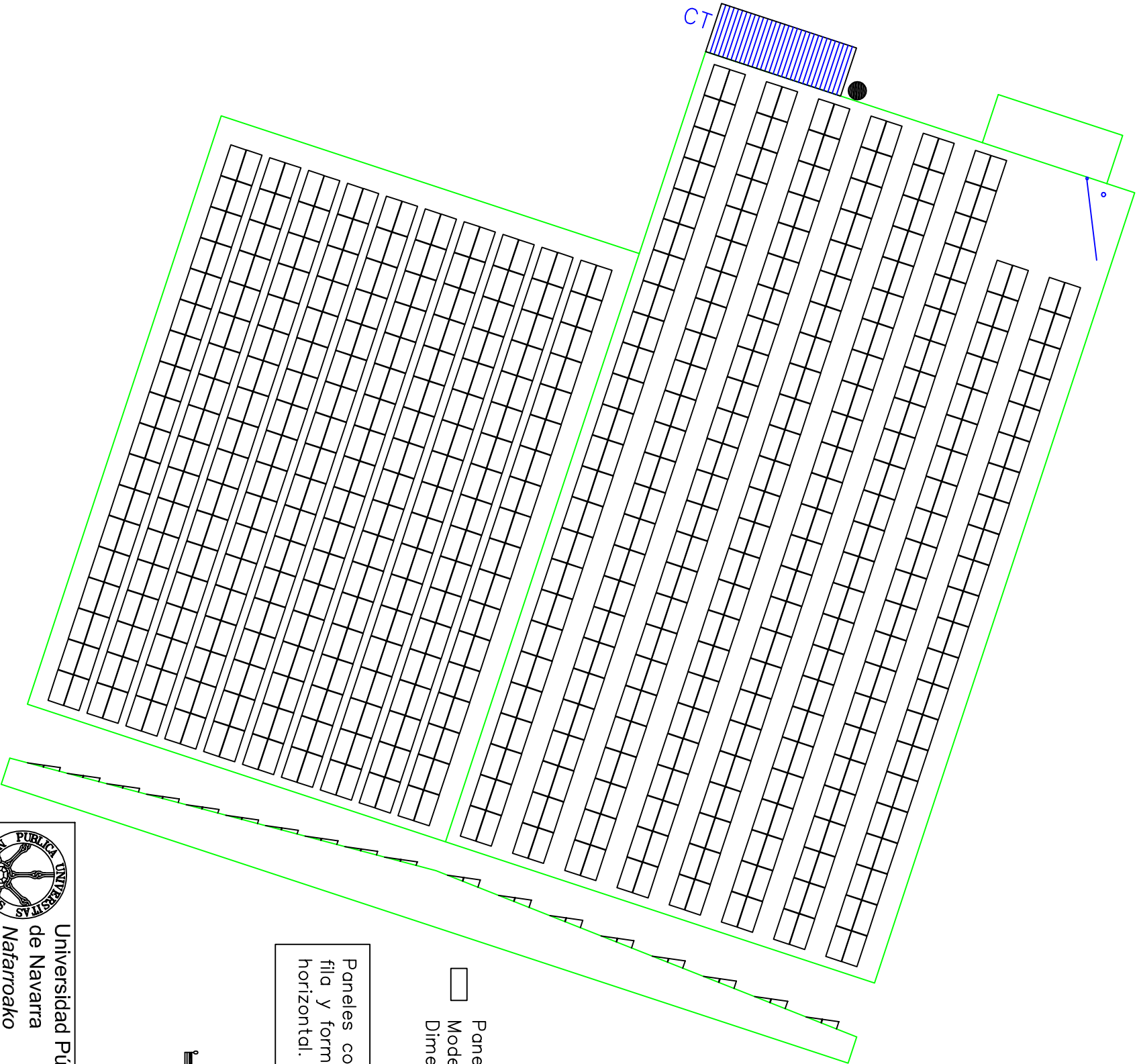
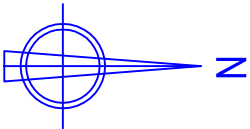


DETALLE CRUCETA RECTA  
CON DERIVACION SIMPLE  
ESC.: A1=1:25  
A3=1:50



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura		FECHA: 7/06/2011	ESCALA: 1:100
PLANO: DETALLES TORRES, CIMENTACIÓN Y TIERRAS					



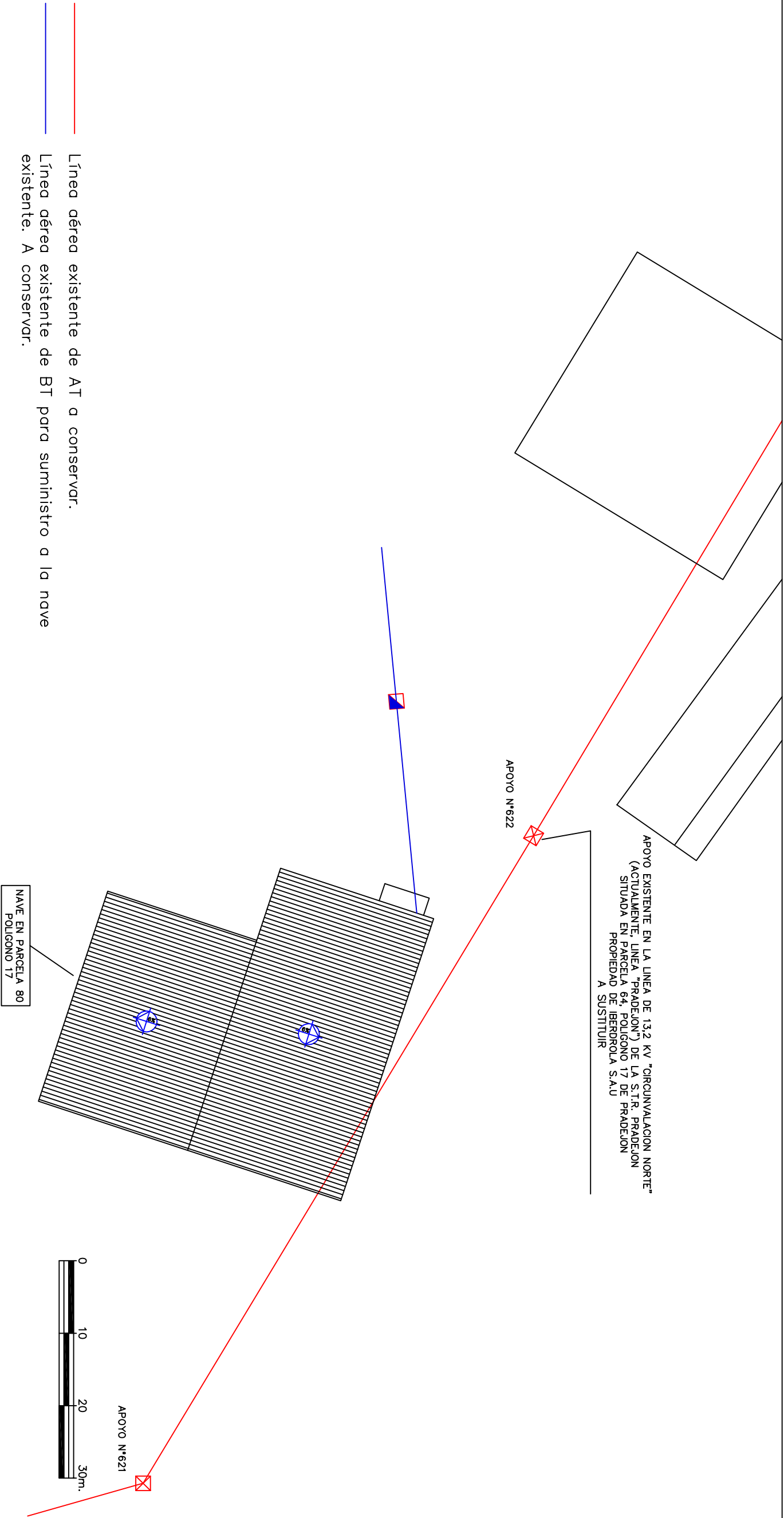


Panel solar monocristalino.  
Modelo SUNTECH STP 180S 24/Ad.  
Dimensiones 1580mm. x 808mm.

Paneles colocados apaissados, en doble fila y formando un ángulo de 10° con la horizontal. Total paneles 748.

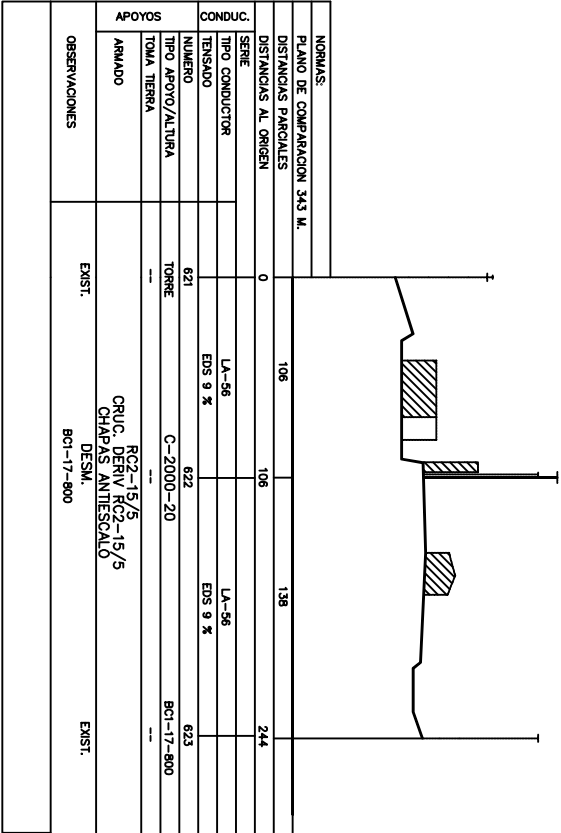


Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura		FECHA: 7/06/2011	
PLANO: IMPLANTACIÓN SOLAR		ESCALA: 1:200		Nº P. 1	

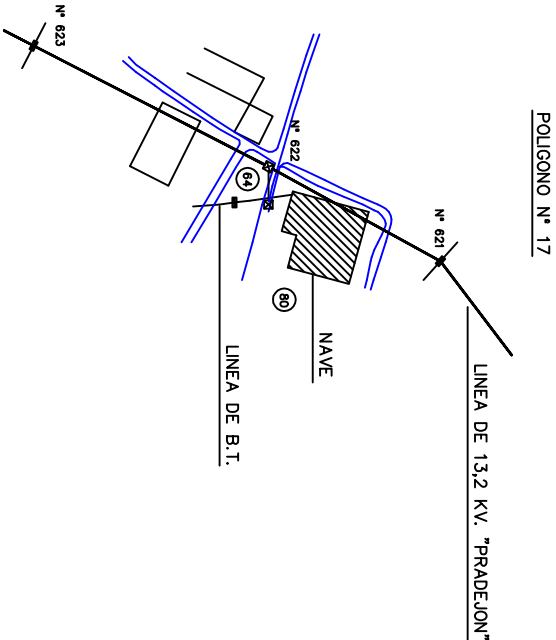


Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura			
PLANO: LINEA DE ALTA TENSIÓN, ESTADO ACTUAL		FECHA: 7/05/2011	ESCALA: 1:600	Nº	P

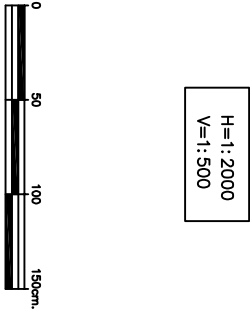
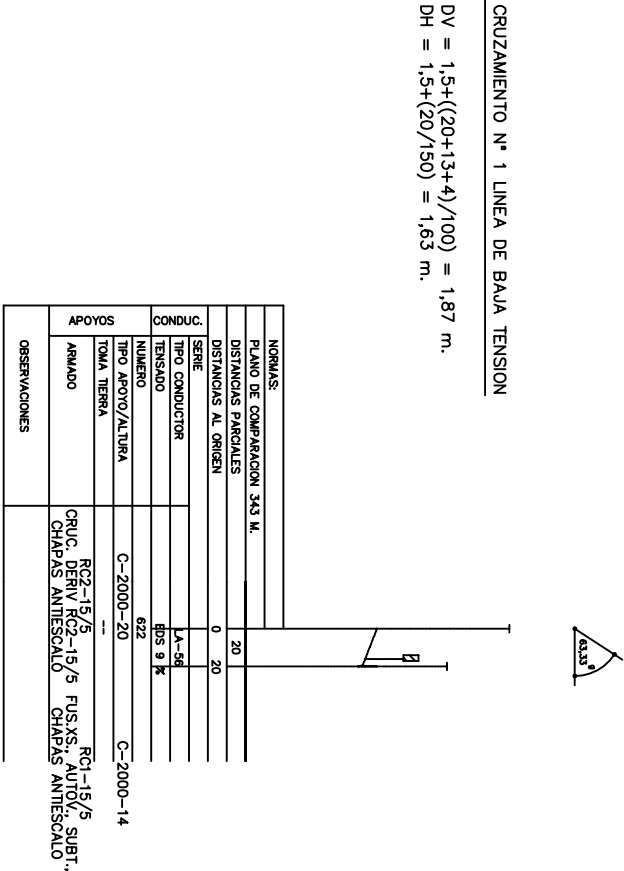
LINEA DE 13,2KV "CIRCUNVALACION NORTE"  
(ACTUALMENTE, LINEA "PRADEJON") DE LA S.T.R. PRADEJON  
DE IBERDROLA S.A.U.




TERMINO MUNICIPAL DE PRADEJON (LA RIOJA)

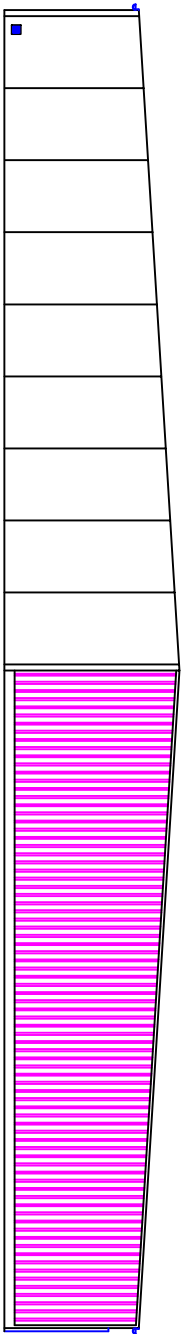


DERIVACION DE 13,2KV A CT-PRADESOL (N° 8978)

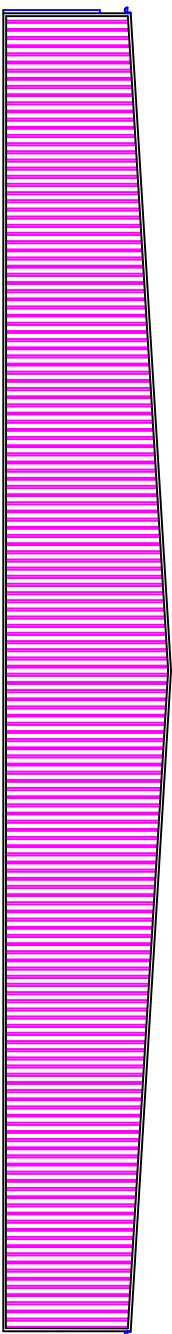


H=1: 2000  
V=1: 500

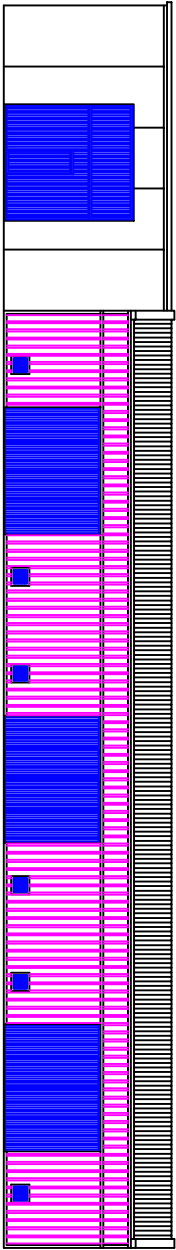
 <div>Universidad Pública de Navarra</div>		<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura		FECHA: 7/06/2011	
PLANO: MODIF. LINEA 13.2 kv , DERIVACIÓN CT "PRADESOL" PT. GENERAL Y PERFILES		ESCALA: 1:2000		Nº PLANO: 4	



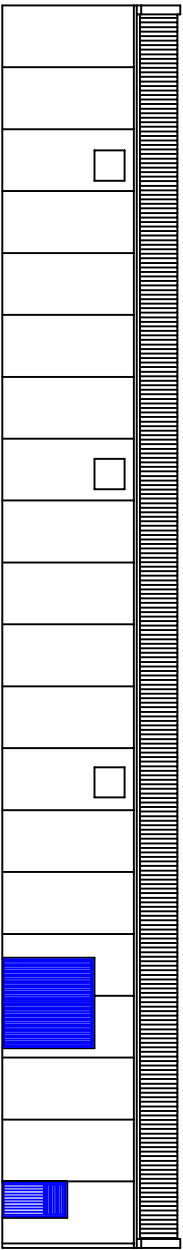
ALZADO A



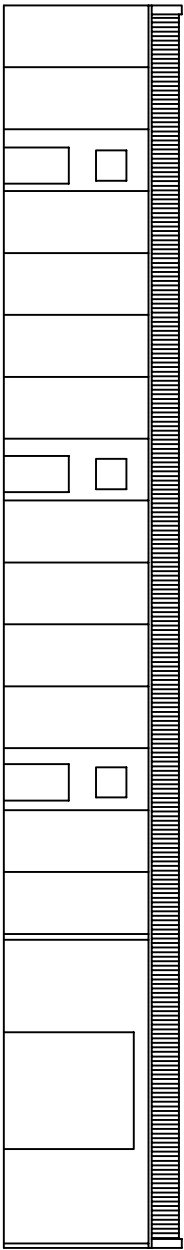
ALZADO B



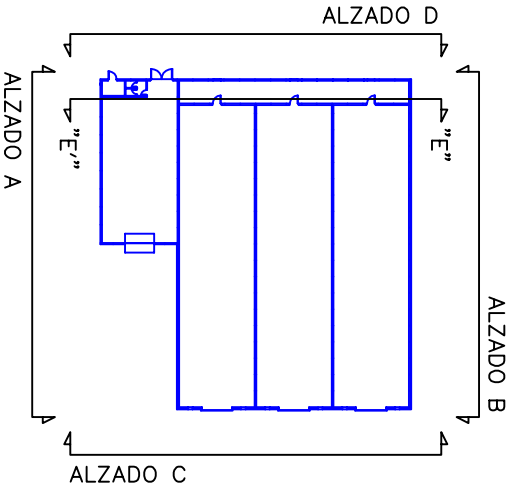
ALZADO C



ALZADO D

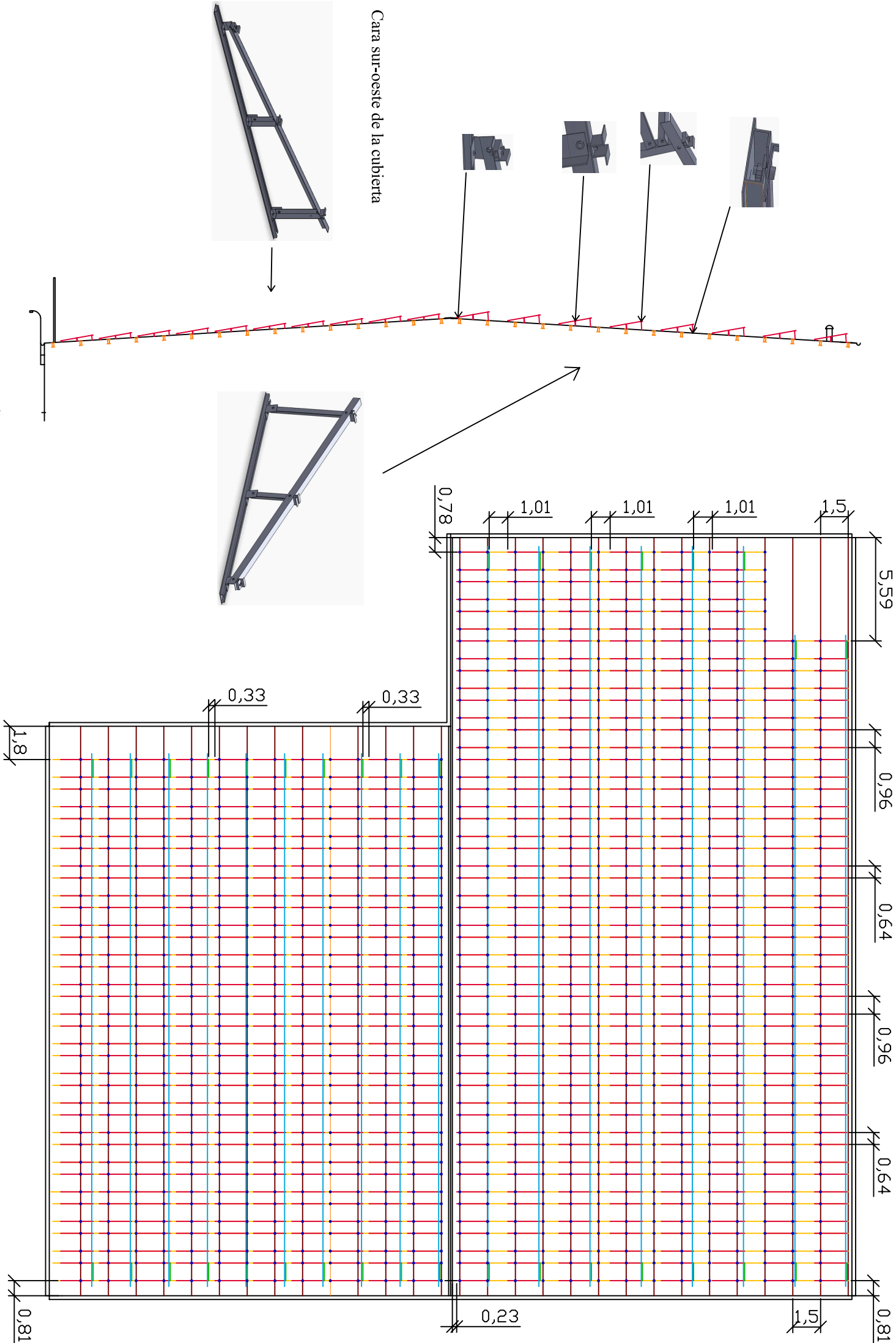


SECCION E-E'



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura			
PLANO: ESTADO ACTUAL NAVE ALZADOS Y SECCIONES		FECHA: 7/6/2011	ESCALA: 1:200	Nº	P. 1



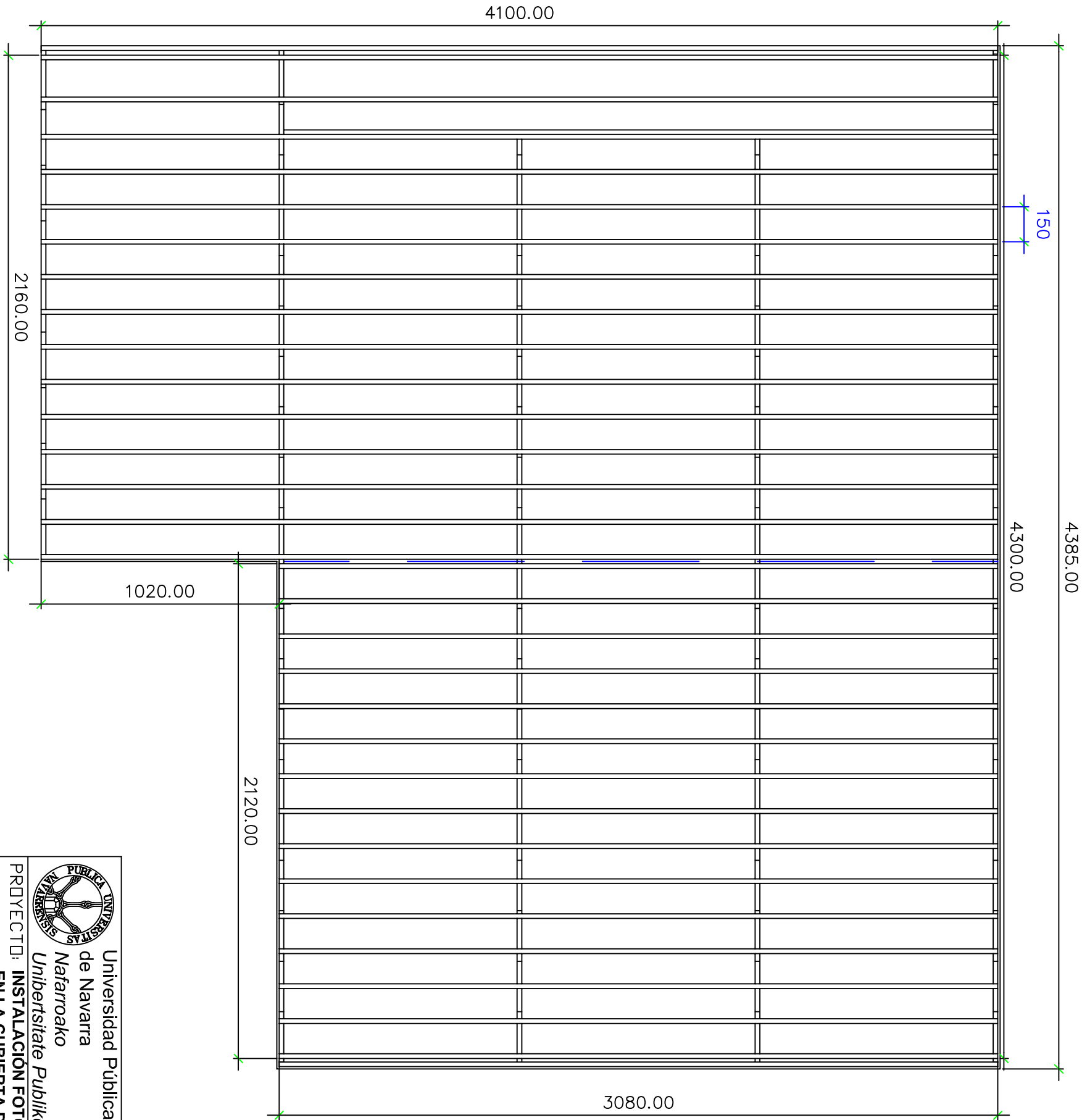



Nota: Las guías planas irán ancladas en los cruces con las correas según plano

Nota: Los sobrantes de las guías planas y perfiles angulares 40x40x3 mm se cortarán según montaje, aunque se han representado en toda su longitud

- Correas
- Guía plana ud:400, 4500mm; ud:100, 3000mm
- Perfil angular, triangulos ud:1496, 1700mm
- Perfil angular, horizontal ud:177, 3200mm
- Perfil angular, cruzada ud: 38, 960mm
- Anclaje guía plana con correa

Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura		FECHA: 7/06/2011	
PLANO: PLANO DE MONTAJE		ESCALA: 1:200		Nº P. 14	





Universidad Pública de Navarra

INGENIERO

TECNICO INDUSTRIAL M.

PROYECTO:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

REALIZADO:

Pablo Castillejo Segura

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PLANO:

ESTADO ACTUAL NAVE PLANTA DE ESTRUCTURA

FECHA:

7/06/2011

ESCALA:

1:200

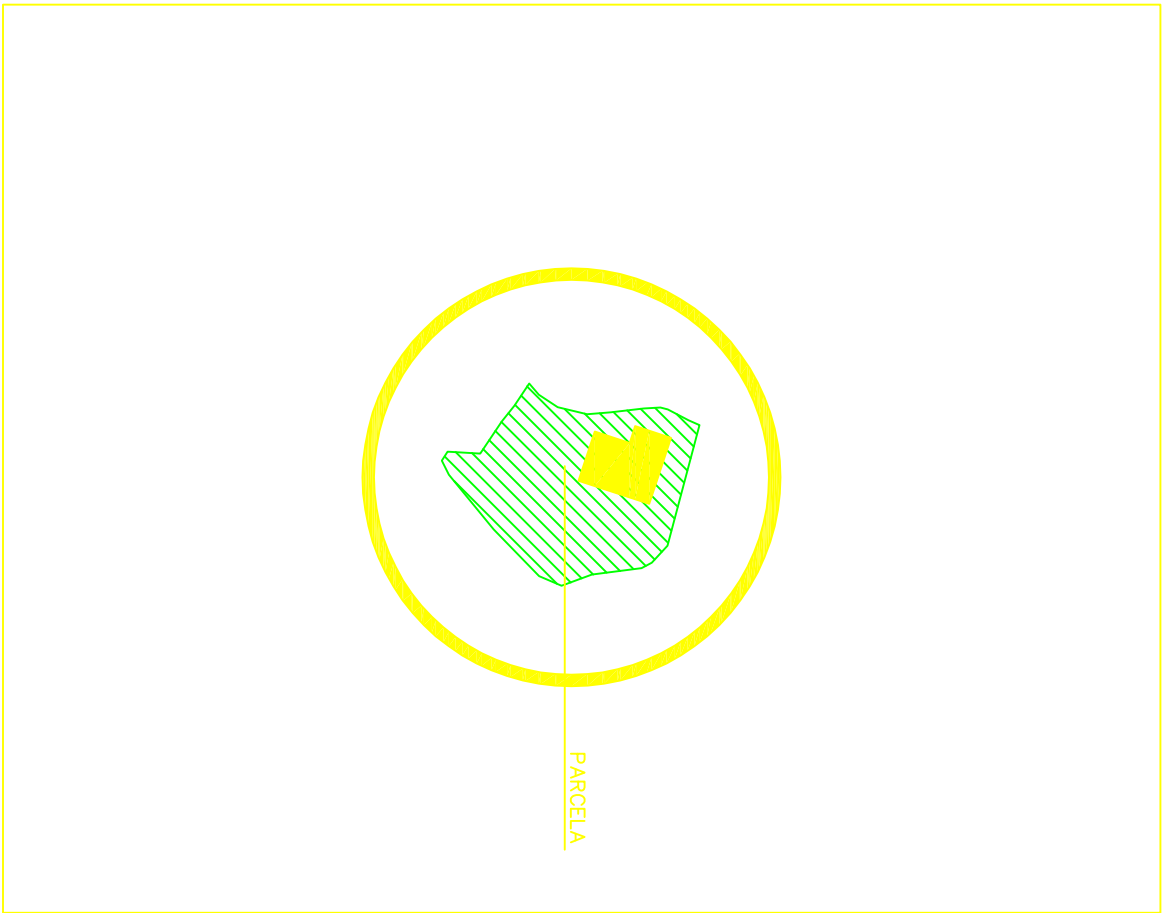
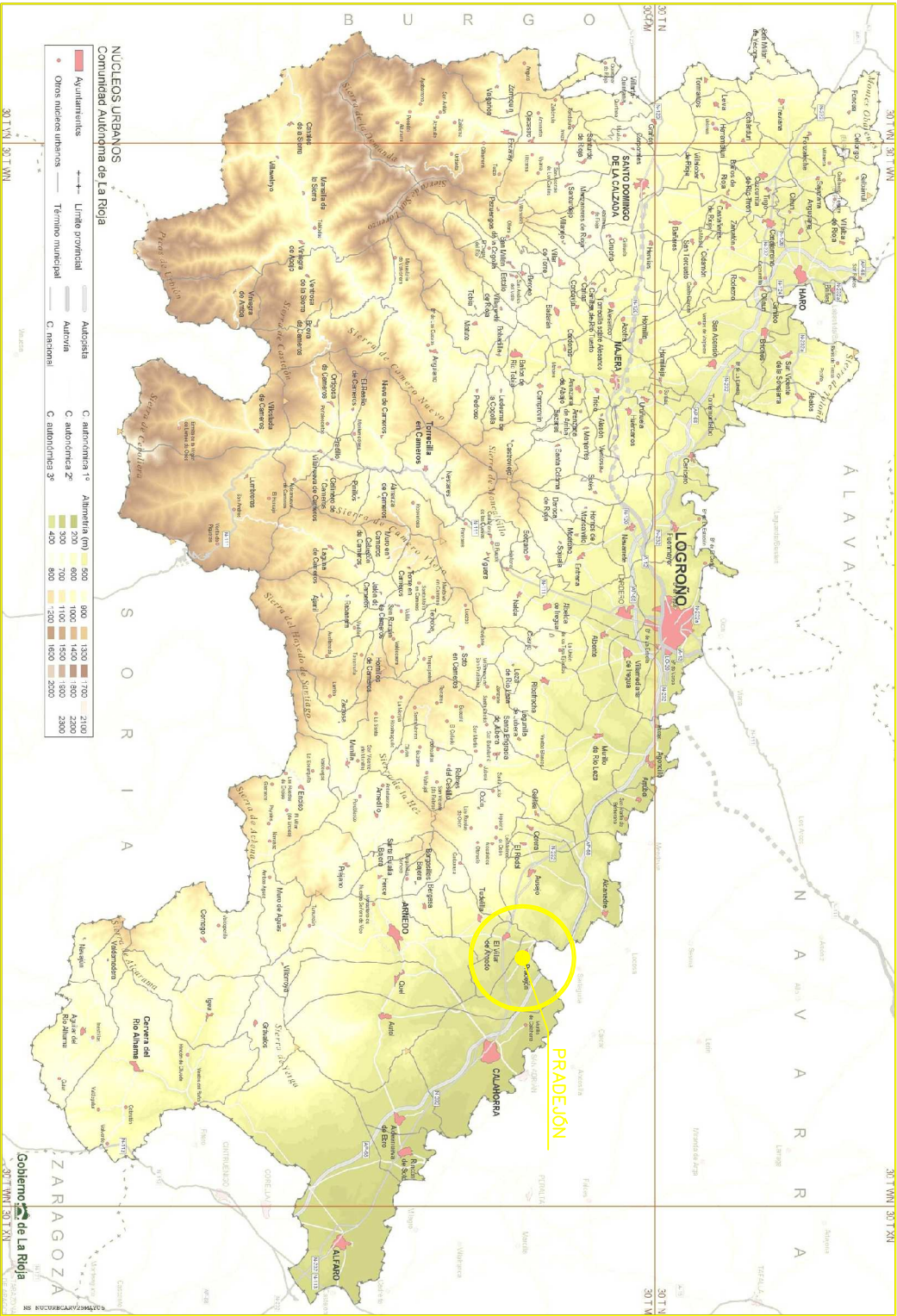
Nº

6

PLANO

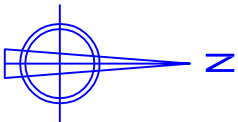
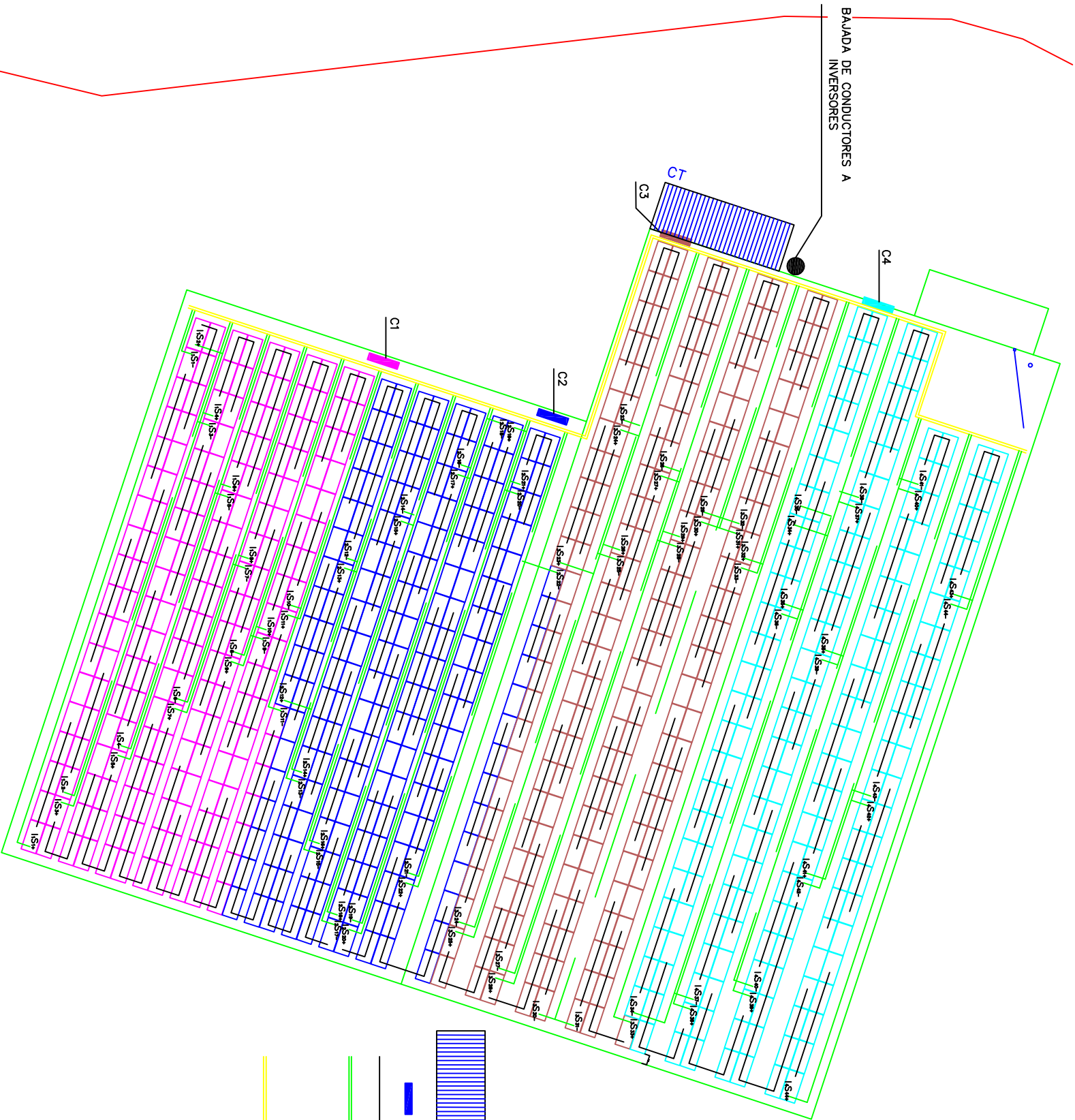
6





Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO:		Pablo Castillejo Segura	
PLANO:		SITUACIÓN		FECHA:	7/06/2011
				ESCALA:	Nº P. AND





Por el perímetro de la cubierta se tenderá un cable de 6 mm<sup>2</sup> para la puesta a tierra del total de los paneles.

CT PRADESOL N° 8978.  
Situado en parcela 80, polígono 17 de Pradejón en La Rioja.

- CT Caja de strings correspondiente al inversor 1
- Unión en serie de los paneles de cada rama.
- Conjunto de conductores positivos y negativos que conectan cada rama con la caja de strings correspondiente.
- Conductores positivos.
- Conductores negativos.
- Bandeja para recogida de conductores hasta cajas de strings y desde estos hasta los inversores.



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL M.		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL		REALIZADO: Pablo Castillejo Segura		FECHA: 7/6/2011	
PLANO: INSTALACIÓN SOLAR DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS		ESCALA: 1:200		Nº P. 1	



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED  
EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

V ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Pablo Castillejo Segura

José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 30 de Junio de 2011



### **1- Datos del encargo del estudio de seguridad y salud.**

Siendo necesaria la redacción de un proyecto de ejecución en el proyecto **“Instalación Solar Fotovoltaica en la cubierta de una nave industrial”** es obligación legal la redacción de un estudio básico de Seguridad y Salud que lo complementa integrándose en él. En dicho estudio, se analizarán y resolverán los problemas de seguridad y salud en el trabajo, de forma técnica y eficaz.

### **2- Datos del proyecto y del estudio de seguridad y salud.**

Nombre del proyecto sobre el que se trabaja: **“Instalación Solar Fotovoltaica en la cubierta de una nave industrial”**

El presupuesto de ejecución material del proyecto incluida la partida de seguridad y salud asciende a: **seiscientos veintinueve mil quinientos siete con cuarenta y dos céntimos (629.507,42 €)**

### **3- Objetivos del estudio de seguridad y salud.**

El equipo proyectista, al afrontar la tarea de redactar el Estudio básico de Seguridad y Salud sobre **“Instalación Solar Fotovoltaica en la cubierta de una nave industrial”**, se enfrenta con el problema de definir los riesgos detectables analizando el proyecto y su proyección al acto de construir.

Intenta definir además, aquellos riesgos reales, que en su día presente la realización material de la obra, en medio de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas, pueden lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo.

Se pretende en síntesis, sobre un proyecto, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales.

Además, se confía en lograr evitar los posibles accidentes de personas que, penetrando en la obra, sean ajenas a ella.

Se pretende además, evitar los "accidentes blancos" o sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés en las personas.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico, que se definen según los siguientes apartados, cuyo ordinal de transcripción es indiferente pues se consideran todos de un mismo rango:

**A-** Conocer el proyecto a construir y si es posible, en coordinación con su autor, definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de Seguridad y Salud en el trabajo.

**B-** Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.

**C-** Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.

**D-** Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva y equipos de protección individual, a implantar durante todo el proceso de esta construcción.

**E-** Divulgar la prevención decidida para esta obra en concreto en este Estudio de Seguridad y Salud, a través del plan de Seguridad y Salud que basándose en él, elabore el Contratista adjudicatario en su momento. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y esperamos que sea capaz por si misma, de animar a los trabajadores a ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del Contratista adjudicatario, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa constructora y los trabajadores; debe llegar a todos: de plantilla, subcontratistas y autónomos, mediante los mecanismos previstos en los textos y planos de este trabajo técnico, en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

**F-** Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.

**G-** Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención técnico preventiva y se produzca el accidente; de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.

**H-** Diseñar una línea formativa para prevenir los accidentes y por medio de ella, llegar a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.

**I-** Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y Salud con los resultados y tópicos ampliamente conocidos.

**J-** Diseñar la metodología necesaria para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y Salud, los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para

las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en si como de sus instalaciones.

Esta autoría de Seguridad y Salud declara: que es su voluntad la de analizar primero sobre el proyecto y en su consecuencia, diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entender técnico, dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten. Todo ello, debe entenderse como la consecuencia del estudio de los datos que ha suministrado a través del proyecto **de ejecución.**

Corresponde al Contratista adjudicatario conseguir que el proceso de producción de construcción sea seguro. Colaborar en esta obligación desde nuestra posición técnica, es el motivo que inspira la redacción del contenido de los objetivos que pretende alcanzar este trabajo técnico, que se resumen en la frase: lograr realizar la obra sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

#### **4- Datos de interés para la prevención de los riesgos laborales durante la realización de la obra.**

##### **Actividades previstas en la obra.**

En coherencia con el resumen por capítulos del proyecto, el estudio de Seguridad y Salud, define las siguientes actividades de obra:

Taller para montadores de estructuras metálicas.

Taller para montadores de la instalación eléctrica (electricistas), y montaje de extintores.

Taller para fontaneros.

Instalación de tuberías.

##### **Oficios cuya intervención es objeto de la prevención de los riesgos laborales.**

Las actividades de obra descritas, se complementan con el trabajo de los siguientes oficios:

Fontaneros.

Electricistas.

## **Medios auxiliares previstos para la realización de la obra.**

Del análisis de las actividades de obra y de los oficios, se define la tecnología aplicable a la obra, que permitirá como consecuencia, la viabilidad del su plan de ejecución, fiel planificación de lo que realmente se desea hacer.

Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares:

### Plataforma elevadora.

**Se le supone de alquiler puntual.** Por lo que la seguridad puede quedar comprometida por las posibles ofertas del mercado de alquiler en el momento de realizarse la obra.

### Andamios en general.

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

### Plataforma de soldador en altura (guindolas de soldador).

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

### Escaleras de mano.

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

## **Maquinaria prevista para la realización de la obra.**

Por igual procedimiento al descrito en el apartado anterior, procedemos a definir la maquinaria que es necesario utilizar en la obra.

### Camión grúa.



**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

Camión hormigonera.

**Se le supone de propiedad la empresa suministradora o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

Soldadura con arco eléctrico (soldadura eléctrica).

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

Soldadura oxiacetilénica y oxicorte.

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

Taladro portátil.

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

Hormigonera eléctrica (pastelera).

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

Máquinas herramienta en general (radiales - cizallas - cortadoras y asimilables).

**Se le supone de propiedad la empresa principal o de alguna subcontrata,** por lo que se considera la posibilidad de que el Contratista adjudicatario, exija que haya recibido un mantenimiento aceptable, y que su consecuencia, nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso.

### **Instalaciones de obra.**

Por igual procedimiento al descrito en el apartado anterior, se procede a definir las Instalaciones que es necesario realizar en la obra.

Instalación eléctrica.

Instalación provisional de obra.

## **5- Análisis y evaluación inicial de los riesgos.**

Este análisis inicial de riesgos se realiza sobre papel antes del comienzo de la obra; se trata de un trabajo previo necesario, para la concreción de los supuestos de riesgo previsibles durante la ejecución de los trabajos, por consiguiente, es una aproximación realista a lo que puede suceder en la obra.

El siguiente análisis y evaluación inicial de riesgos, se realiza sobre el proyecto **de ejecución para Instalación Solar Fotovoltaica en la cubierta de una nave industrial agrícola en Parcela 80, Polígono 17, de Pradejón (La Rioja)** en consecuencia de la tecnología decidida para llevar a cabo el trabajo, que puede ser variada por el Contratista adjudicatario en su plan de seguridad y Salud, cuando lo adapte a la tecnología de construcción que le sea propia.

En todo caso, los riesgos aquí analizados, se resuelven mediante la protección colectiva necesaria, los equipos de protección individual y señalización oportunos para su neutralización o reducción a la categoría de: **“riesgo trivial”, “riesgo tolerable” o “riesgo moderado”**, porque se entienden “controlados sobre el papel” por las decisiones preventivas que se adoptan en este estudio de Seguridad y Salud.

El éxito de estas prevenciones actuales dependerá del nivel de seguridad que se alcance durante la ejecución de la obra. En todo caso, esta autoría de seguridad entiende, que el plan de seguridad y Salud que componga el Contratista adjudicatario respetará la metodología y concreción conseguidas por este trabajo.

## Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por las actividades de la obra

<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS</b>													
Actividad: La organización en el lugar en el que se va a trabajar										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los derivados de la actitud vecinal ante la obra: (protestas; rotura de vallas de cerramiento; paso a través; etc.).													
Sobre esfuerzos, golpes y atrapamientos durante el montaje del cerramiento provisional de la obra.	X				X	X			X				
Caídas al mismo nivel por: (irregularidades del terreno, barro, escombros).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel por: (laderas de fuerte pendiente).	X				X		X			X			
Alud por vibraciones por ruido o circulación de vehículos.	X						X			X			
Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a montar,		X		X	X		X			X			

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
<b>B</b>	Baja	<b>c</b>	Colectiva	<b>Ld</b>	Ligermente dañino	<b>T</b>	Riesgo trivial
<b>M</b>	Media	<b>i</b>	Individual	<b>D</b>	Dañino	<b>To</b>	Riesgo tolerable
<b>A</b>	Alta			<b>Ed</b>	Extremadamente dañino	<b>M</b>	Riesgo moderado
						<b>I</b>	Riesgo importante
						<b>In</b>	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Recepción de maquinaria, medios auxiliares y montajes.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caída a distinto nivel, (salto desde la caja del camión al suelo de forma descontrolada, empujón por penduleo de la carga).	X						X			X			
Sobre esfuerzos por manejo de objetos pesados.	x				x	x			x				
Caídas a nivel o desde escasa altura, (caminar sobre el objeto que se está recibiendo o montando).	x				x	x			x				
Atrapamiento entre piezas pesadas.	X				X	X			X				
Cortes por manejo de herramientas o piezas metálicas.	X				X	X			X				

Interpretación de las abreviaturas										
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo				
<b>B</b>	Baja	<b>c</b>	Colectiva	<b>Ld</b>	Ligermente dañino	<b>T</b>	Riesgo trivial		<b>I</b>	Riesgo importante
<b>M</b>	Media	<b>i</b>	Individual	<b>D</b>	Dañino	<b>To</b>	Riesgo tolerable		<b>In</b>	Riesgo intolerable
<b>A</b>	Alta			<b>Ed</b>	Extremadamente dañino	<b>M</b>	Riesgo moderado			

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS														
Actividad: <b>Demolición de pavimentos, (urbanización).</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre escombros, terrenos irregulares).	X				X	X			X					
Proyección violenta de partículas, (ruptura o cortes de pavimentos).	X				X	X			X					
Sobre esfuerzos, (manejo de herramientas pesadas).	X				X	X			X					
Ruido por: (compresores; martillos neumáticos; espadones).	X				X	X			X					
Polvo ambiental.	X				X	X			X					
Cortes por manejo de materiales y herramientas.	X				X	X			X					
Vibraciones, (manejo de martillos neumáticos; espadones).	X				X		X			X				

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
<b>B</b>	Baja	<b>c</b>	Colectiva	<b>Ld</b>	Ligermente dañino	<b>T</b>	Riesgo trivial
<b>M</b>	Media	<b>i</b>	Individual	<b>D</b>	Dañino	<b>To</b>	Riesgo tolerable
<b>A</b>	Alta			<b>Ed</b>	Extremadamente dañino	<b>M</b>	Riesgo moderado
						<b>I</b>	Riesgo importante
						<b>In</b>	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Montaje de blindajes metálicos para zanjas y pozos.										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los derivados de las operaciones de descarga y transporte de piezas o de módulos ya montados:													
Golpes.	X				X		X			X			
Atrapamientos.	X						X			X			
Empujes por penduleo de la carga en suspensión a gancho de grúa.	X						X			X			
Atrapamientos entre piezas pesadas, (guía a brazo de cargas en suspensión a gancho de grúa).	X						X			X			
Golpes por penduleo de piezas en suspensión a gancho.	X						X			X			
Otros riesgos:	X						X			X			
Caída al interior de la zanja por: (penduleo de la carga en suspensión a gancho de grúa; subir o bajar a través de los codales).	X							X			X		
Sobre esfuerzos por: (transporte a brazo de elementos pesados, circulación de personas en posturas obligadas; Sustentación de piezas de madera pesadas).	X				X		X			X			
Caídas a la zanja por: (salto directo sobre ella; bajada a través del acodalamiento).	X						X			X			

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Excavación de tierras en pozos.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas de objetos, (piedras, etc. sobre las personas).	X				X		X			X			
Golpes por objetos desprendidos en manipulación.	X						X			X			
Caídas de personas al entrar y al salir de los pozos.	X			X	X	X			X				
Caídas de personas al caminar por las proximidades de un pozo, (ausencia de iluminación, de señalización o de oclusión).	X			X	X		X			X			
Derrumbamiento de las paredes del pozo, (ausencia de blindajes; fallo de entibaciones artesanales).	X			X	X	X			X				
Interferencias con conducciones subterráneas, (inundación súbita; electrocución; gas ciudad con riesgo añadido de explosión).	X				X	X			X				
Asfixia, (por gases procedentes de alcantarillado o simple falta de oxígeno).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (permanecer en posturas forzadas, sobrecargas).	X				X	X			X				
Estrés térmico, (en general por temperatura alta).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas.	X				X	X			X				
Polvo ambiental.		X			X	X				X			

Interpretación de las abreviaturas									
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo			
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		
						I	Riesgo importante		
						In	Riesgo intolerable		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Excavación de tierras a máquina en zanjas.								Lugar de evaluación: sobre planos					
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec- ción		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Desprendimientos de tierras, (por sobrecarga o tensiones internas).	X			X	X		X			X			
Desprendimiento del borde de coronación por sobrecarga.	X			X			X			X			
Caída de personas al mismo nivel, (pisar sobre terreno suelto o embarrado).	X				X	X			X				
Caídas de personas al interior de la zanja, (falta de señalización o iluminación).	X			X	X		X			X			
Atrapamiento de personas con los equipos de las máquinas, (con la cuchara al trabajar refinando).	X				X	X			X				
Los derivados por interferencias con conducciones enterradas, (inundación súbita; electrocución)..		X		X	X		X				X		
Golpes por objetos desprendidos.	X				X		X			X			
Caídas de objetos sobre los trabajadores.	X				X	X			X				
Estrés térmico, (generalmente por alta temperatura).	X				X	X			X				
Ruido ambiental.	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X				
Polvo ambiental.		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Rellenos de tierras en general.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento, (camiones o palas cargadoras).													
Caídas de material desde las cajas de los vehículos por sobrecolmo.		X			X	X				X			
Caídas de personas desde las cajas o carrocerías de los vehículos, (saltar directamente desde ellas al suelo).	X				X		X			X			
Interferencias entre vehículos por falta de dirección en las maniobras, (choques, en especial en ambientes con polvo o niebla).													
Atropello de personas, (caminar por el lugar destinado a las máquinas, dormir a su sombra).	X				X		X			X			
Vuelco de vehículos durante descargas en sentido de retroceso, (ausencia de señalización, balizamiento y topes final de recorrido).	X							X			X		
Accidentes por conducción en atmósferas saturadas de polvo, con poca visibilidad, (caminos confusos).													
Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales, (atoramiento, proyección de objetos).	X					X				X			
Vibraciones sobre las personas, (conductores).		X					X				X		
Ruido ambiental y puntual.		X			X	X				X			
Vertidos fuera de control, en el lugar no adecuado con arrastre o desprendimientos.	X						X			X			
Arapamiento de personas por tierras en el trasdós de muros.													
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre terrenos sueltos o embarrados).	X				X	X				X			

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Entibaciones de madera.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los derivados de las operaciones de carga y descarga de madera:													
Atrapamientos.	X				X		X			X			
Erosiones.	X						X			X			
Caídas.	X						X			X			
Sobre esfuerzos.	X					X			X				
Los originados por fallo de la entibación tradicional de madera:													
Aterramiento general.	X						X			X			
Aterramiento de personas.	X							X			X		
Inundación.	X							X			X		
Golpes a las personas por los componentes de la entibación.	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos por: (circulación de personas en posturas obligadas; Sustentación de piezas de madera pesadas).	X				X		X			X			
Caídas a la zanja por: (salto directo sobre ella; bajada a través del acodalamiento).	X						X			X			
Cortes y erosiones, (manejo de madera).	X				X	X			X				

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Vertido directo de hormigones mediante canaleta.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caída a distinto nivel, (superficie de tránsito peligrosa; empuje de la canaleta por movimientos fuera de control del camión hormigonera en movimiento).	X			X	X		X			X			
Atrapamiento de miembros, (montaje y desmontaje de la canaleta).	X				X		X			X			
Dermatitis, (contactos con el hormigón).	X				X	X			X				
Afecciones reumáticas, (trabajos en ambientes húmedos).	X				X	X			X				
Ruido ambiental y puntual, (vibradores).		X			X	X				X			
Proyección de gotas de hormigón a los ojos.	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (guía de la canaleta).	X				X	X			X				

Interpretación de las abreviaturas									
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo			
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		
						I	Riesgo importante		
						In	Riesgo intolerable		

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: **Hormigonado de zapatas: (zapatas aisladas, zarpas, riostras y asimilables).**

Lugar de evaluación: **sobre planos**

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Derrumbamiento de tierras, (cortes de vaciado, frentes de excavación).	X				X						X		
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra, caminar sobre la ferralla armada).	X				X	X			X				
Caídas al interior del hueco para la zapata, (entrar y salir de forma insegura; utilizar módulos de andamio).	X				X		X			X			
Fallo del encofrado, (reventón, levantamiento por anclaje inferior incorrecto).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos por manejo de la canaleta de vertido.		X			X	X				X			
Ruido, (vibradores).	X				X	X			X				
Proyección de gotas de hormigón.	X				X		X			X			
Vibraciones.	X				X		X			X			

## Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo			
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		
						I	Riesgo importante		
						In	Riesgo intolerable		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Hormigonado de firmes de urbanización, y de obra civil, (extendidos de subbase y base).</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar de ubicación de la obra y de su entorno natural:	X				X		X			X			
Caída de personas desde la máquina, (despistes o confianza por su movimiento lento).	X			X	X		X			X			
Caída de personas al mismo nivel.	X				X	X			X				
Estrés térmico, (insolación).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (apaleo circunstancial, refinós).	X				X	X			X				
Atropello entre camión de transporte del hormigón y la tolva de la máquina.	X				X		X			X			
Ruido ambiental.		X			X	X				X			
Quemaduras por asfaltos.		X			X	X				X			
Pisadas sobre objetos punzantes.		X			X	X				X			
Los riesgos derivados del trabajo en condiciones meteorológicas extremas, (frío, calor, humedad intensos).	X				X	X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: Montaje de estructuras metálicas con: (IPN; LPN; UPN).

Lugar de evaluación: sobre planos

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar de ubicación de la obra y de su entorno natural:													
Vuelco de las pilas de acopio de perfilera sobre las personas, (nivelación incorrecta, ausencia de tabloncillos intermedios, etc.).	X				X		X			X			
Desprendimiento de cargas suspendidas a gancho de grúa, (eslingado sin garras o sin mordazas).	X				X		X			X			
Derrumbamiento de elementos metálicos presentados y recibidos con punteados simples de soldadura.	X							X			X		
Atrapamientos de miembros, por objetos pesados, (maniobras de recepción, punzonado).	X				X		X			X			
Golpes y / o cortes en manos y piernas por objetos y / o herramientas.	X				X		X			X			
Hundimiento total o parcial de la estructura en montaje, (crecimiento con simple punteado de soldadura, sin realización de los cordones de soldadura definitivos).	X				X			X			X		
Quemaduras, (por uso del oxiacorte o de la soldadura eléctrica).	X				X		X			X			
Radiaciones de soldadura por arco eléctrico.	X				X		X			X			
Proyección violenta de partículas o de gotas incandescentes, a tajos situados en niveles inferiores.	X			X	X		X			X			
Caídas al mismo nivel, (tropiezos por desorden, mangueras por el suelo).		X			X	X			X				
Caídas desde altura, (caminar sin protección por las platabandas de la perfilera; uso de guindolas artesanales de soldador).	X			X	X		X			X			
Caídas a distinto nivel, (trepar a pilares, caminar sin protección por las platabandas, empuje de la carga suspendida a gancho de grúa -pendulo-).	X			X	X		X			X			
Proyección violenta de partículas a los ojos, (pulido de cortes, picado de cordones de soldadura; amolado con radiales).	X				X		X			X			
Contacto con la corriente eléctrica, (masas conectadas peligrosamente; bornas eléctricas sin protección; cables lacerados o rotos; utilización de cinta aislante simple).		X		X	X		X				X		
Explosión de botellas de gases licuados, (botellas tumbadas con vertidos de acetona; insolación de botellas).	X			X			X			X			
Incendios.	X			X		X			X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X				
Intoxicación por gases metálicos, (soldadura sin absorción localizada en lugares cerrados).	X				X		X			X			
Desprendimiento y caída de botellas de gases licuados, durante el transporte a gancho de grúa.	X			X			X			X			

Quemaduras, (tocar componentes u objetos calientes).	X				X		X			X			
Golpes por objetos en general.	X				X	X			X				
Los riesgos derivados del trabajo en condiciones meteorológicas extremas, (frío, calor, humedad intensos).	X				X	X			X				
Los riesgos derivados del vértigo natural, (lipotimias y mareos, con caídas al mismo o a distinto nivel; caídas desde altura).	X			X	X		X			X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino			T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante	
M	Media	i	Individual	D	Dañino			To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable	
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino			M	Riesgo moderado				

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Trabajos en proximidad a líneas eléctricas aéreas.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar de ubicación de la obra y de su entorno natural		X		X	X			X			X		
Electrocución por: (penetrar en el área de seguridad entorno de cada hilo, de forma accidental o intencionada).	X							X			X		
Quemaduras por arco eléctrico.	X							X			X		

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
<b>B</b>	Baja	<b>c</b>	Colectiva	<b>Ld</b>	Ligermente dañino	<b>T</b>	Riesgo trivial
<b>M</b>	Media	<b>i</b>	Individual	<b>D</b>	Dañino	<b>To</b>	Riesgo tolerable
<b>A</b>	Alta			<b>Ed</b>	Extremadamente dañino	<b>M</b>	Riesgo moderado
						<b>I</b>	Riesgo importante
						<b>In</b>	Riesgo intolerable



## Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por los oficios que intervienen en la obra

Actividad: Albañilería.												Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In		
Los riesgos propios del lugar de ubicación de la obra y de su entorno natural	X					X				X					
Caída de personas desde altura por: (penduleo de cargas sustentadas a gancho de grúa; andamios; huecos horizontales y verticales).	X			X	X		X			X					
Caída de personas al mismo nivel por: (desorden, cascotes, pavimentos resbaladizos).	X				X		X			X					
Caída de objetos sobre las personas.	X				X		X			X					
Golpes contra objetos.		X			X	X				X					
Cortes y golpes en manos y pies por el manejo de objetos cerámicos o de hormigón y herramientas manuales.		X			X	X				X					
Dermatitis por contactos con el cemento.		X			X	X				X					
Proyección violenta de partículas a los ojos u otras partes del cuerpo por: (corte de material cerámico a golpe de paletín; sierra circular).	X				X		X			X					
Cortes por utilización de máquinas herramienta.	X				X		X			X					
Afecciones de las vías respiratorias derivadas de los trabajos realizados en ambientes saturados de polvo, (cortando ladrillos).	X				X		X			X					
Sobreesfuerzos, (trabajar en posturas obligadas o forzadas; sustentación de cargas).	X				X	X			X						
Electrocución, (conexiones directas de cables sin clavijas; anulación de protecciones; cables lacerados o rotos).		X		X	X		X				X				
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho.	X						X			X					
Los derivados del uso de medios auxiliares, (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).		X		X	X		X				X				
Dermatitis por contacto con el cemento.	X				X	X			X						
Ruido, (uso de martillos neumáticos).		X			X	X				X					

Interpretación de las abreviaturas												
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante	
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable	
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado					

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Instalación eléctrica provisional de la obra.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel, (trabajos al borde de cortes del terreno o de losas; desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos directos; (exceso de confianza; empalmes peligrosos; puenteo de las protecciones eléctricas; trabajos en tensión; impericia).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos indirectos.		X					X				X		
Pisadas sobre materiales sueltos.	X				X	X			X				
Pinchazos y cortes por: (alambres; cables eléctricos; tijeras; alicates).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (transporte de cables eléctricos y cuadros; manejo de guías y cables).	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulación de guías.	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulaciones con las guías y los cables.	X				X	X			X				
Incendio por: (hacer fuego o fumar junto a materiales inflamables).	X			X		X			X				

Interpretación de las abreviaturas									
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo			
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		
						I	Riesgo importante		
						In	Riesgo intolerable		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Montaje de la instalación eléctrica del proyecto.									Lugar de evaluación: sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel, (trabajos al borde de cortes del terreno o de losas; desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos directos; (exceso de confianza; empalmes peligrosos; puenteo de las protecciones eléctricas; trabajos en tensión; impericia).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos indirectos.		X					X				X		
Pisadas sobre materiales sueltos.	X				X	X			X				
Pinchazos y cortes por: (alambres; cables eléctricos; tijeras; alicates).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (transporte de cables eléctricos y cuadros; manejo de guías y cables).	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulación de guías y cables.	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulaciones con las guías y los cables.	X				X	X			X				
Incendio por: (hacer fuego o fumar junto a materiales inflamables).	X			X		X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld Ligermente dañino			T Riesgo trivial			I Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D Dañino			To Riesgo tolerable			In Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed Extremadamente dañino			M Riesgo moderado						

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: **Instalación de tuberías.**

Lugar de evaluación: **sobre planos**

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar, factores de forma y ubicación del tajo de instalación de tuberías.	X						X			X			
Caídas de objetos, (piedras, materiales, etc.).	X				X	X			X				
Golpes por objetos desprendidos en manipulación manual.	X				X	X			X				
Caídas de personas al entrar y al salir de zanjas por; (utilización de elementos inseguros para la maniobra: módulos de andamios metálicos, el gancho de un torno, el de un maquinillo, etc.).	X				X		X			X			
Caídas de personas al caminar por las proximidades de una zanja, (ausencia de iluminación, de señalización o de oclusión).	X				X	X			X				
Derrumbamiento de las paredes de la zanja, (ausencia de blindajes, utilización de entibaciones artesanales de madera).	X				X			X				X	
Interferencias con conducciones subterráneas, (inundación súbita, electrocución).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (permanecer en posturas forzadas, sobrecargas).	X				X	X			X				
Estrés térmico, (por lo general por temperatura alta).	X				X	X			X				
Pisadas sobre terrenos irregulares o sobre materiales.	X				X	X			X				
Cortes por manejo de piezas cerámicas y herramientas de albañilería.	X				X	X			X				
Dermatitis por contacto con el cemento.	X				X	X			X				
Atrapamiento entre objetos, (ajustes de tuberías y sellados).	X				X		X			X			
Caída de tuberías sobre personas por: (eslingado incorrecto; rotura por fatiga o golpe recibido por el tubo, durante el transporte a gancho de grúa o durante su instalación; uña u horquilla de suspensión e instalación corta o descompensada; rodar el tubo con caída en la zanja -acopio al borde sin freno o freno incorrecto-).	X							X				X	
Atrapamientos por: (recepción de tubos a mano; freno a brazo, de la carga en suspensión a gancho de grúa; rodar el tubo -acopio sin freno o freno incorrecto-).	X				X			X				X	
Polvo, (corte de tuberías en vía seca).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas, (corte de tuberías en vía seca).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (parar el penduleo de la carga a brazo; cargar tubos a hombro).	X				X	X			X				

## Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo				
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado			

**Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por los medios auxiliares a utilizar en la obra.**

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS														
Actividad: Escaleras de mano.										Lugar de evaluación: sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec- ción		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caídas al mismo nivel, (como consecuencia de la ubicación y método de apoyo de la escalera, así como su uso o abuso).	X						X			X				
Caídas a distinto nivel, (como consecuencia de la ubicación y método de apoyo de la escalera, así como su uso o abuso).	X							X			X			
Caída por rotura de los elementos constituyentes de la escalera, (fatiga de material; nudos; golpes; etc.).	X						X			X				
Caída por deslizamiento debido a apoyo incorrecto, (falta de zapatas, etc.).	X						X			X				
Caída por vuelco lateral por apoyo sobre una superficie irregular.	X						X			X				
Caída por rotura debida a defectos ocultos.	X							X					X	
Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos, (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras cortas para la altura a salvar).	X							X					X	
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld Ligermente dañino			T Riesgo trivial			I Riesgo importante				
M	Media	i	Individual	D Dañino			To Riesgo tolerable			In Riesgo intolerable				
A	Alta			Ed Extremadamente dañino			M Riesgo moderado							

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Plataforma elevadora.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalista; espacio angosto).	X						X			X			
Contacto con la energía eléctrica, (sobrepasar los gálibos de seguridad bajo líneas eléctricas aéreas).		X						X			X		
Vuelco de la plataforma por: (superar obstáculos del terreno; errores de planificación).	X						X			X			
Atrapamientos, (maniobras de carga y descarga).	X						X			X			
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.		X					X				X		
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio.	X						X			X			
Ruido.		X			X	X			X				
Riesgo de accidente por estacionamiento en arcones.	X						X			X			
Riesgo de accidente por estacionamiento en vías urbanas	X						X			X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Torretas o andamios metálicos sobre ruedas.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel, (subir, bajar; fallo de la plataforma por falta de inmovilización).	X			X	X		X			X			
Caídas desde altura, (trabajos al borde de forjados, losas; empuje por cargas pendientes de gancho de grúa o viento).	X			X	X			X			X		
Los derivados de desplazamientos incontrolados del andamio, (caídas).	X			X	X			X			X		
Aplastamiento o atrapamiento de miembros durante el montaje.	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X				

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

**Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por la maquinaria a intervenir en la obra.**

<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS</b>													
Actividad: <b>Maquinaria para movimiento de tierras, (en general).</b>								Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>					
<b>Nombre del peligro identificado</b>	<b>Probabilidad</b>			<b>Protección</b>		<b>Consecuencias</b>			<b>Estimación del riesgo</b>				
	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>c</b>	<b>i</b>	<b>Ld</b>	<b>D</b>	<b>Ed</b>	<b>T</b>	<b>To</b>	<b>M</b>	<b>I</b>	<b>In</b>
<b>Vuelco por: (terreno irregular; trabajos a media ladera; sobrepasar obstáculos en vez de esquivarlos; cazos cargados con la máquina en movimiento).</b>	X			X			X			X			
<b>Atropello de personas por: (falta de señalización, visibilidad, señalización).</b>	X						X			X			
<b>Atrapamiento de miembros, (labores de mantenimiento; trabajos realizados en proximidad de la máquina; falta de visibilidad).</b>	X				X		X			X			
<b>Los derivados de operaciones de mantenimiento, (quemaduras, atrapamientos, etc.).</b>		X			X		X				X		
<b>Proyección violenta de objetos, (durante la carga y descarga de tierras; empuje de tierra con formación de partículas proyectadas).</b>	X				X		X			X			
<b>Desplomes de terrenos a cotas inferiores, (taludes inestables).</b>	X						X			X			
<b>Vibraciones transmitidas al maquinista, (puesto de conducción no aislado).</b>		X			X		X				X		
<b>Ruido, (general; en el puesto de conducción no aislado).</b>		X			X	X				X			
<b>Polvo ambiental.</b>		X			X	X				X			
<b>Desplomes de los taludes sobre la máquina, (ángulo de corte erróneo corte muy elevado).</b>	X						X			X			
<b>Desplomes de los árboles sobre la máquina, (desarraigar).</b>	X						X			X			
<b>Caídas al subir o bajar de máquina, (no utilizar los lugares marcados para el ascenso y descenso).</b>		X			X		X				X		
<b>Pisadas en mala posición, (sobre cadenas o ruedas).</b>	X				X	X			X				
<b>Caídas a distinto nivel, (saltar directamente desde la máquina al suelo).</b>		X			X		X				X		
<b>Los derivados de la máquina en marcha fuera de control, por abandono de la cabina de mando sin detener la máquina, (atropellos, golpes, catástrofe).</b>	X							X				X	
<b>Los derivados de la impericia, (conducción inexperta o deficiente).</b>	X							X				X	
<b>Contacto con la corriente eléctrica, (arco voltaico por proximidad a catenarias eléctricas; erosión de la protección de una conducción eléctrica subterránea).</b>	X							X				X	
<b>Sobre esfuerzos, (trabajos de mantenimiento; jornada de trabajo larga).</b>	X				X	X			X				
<b>Intoxicación por monóxido de carbono, (trabajos en lugares cerrados con ventilación insuficiente).</b>	X				X		X			X			



Choque entre máquinas, (falta de visibilidad, falta de iluminación; ausencia de señalización).	X						X			X			
Caídas a cotas inferiores del terreno, (ausencia de balizamiento y señalización; ausencia de topes final de recorrido).	X							X				X	
Los propios del suministro y redespedición de la máquina.		X			X		X			X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad	Protección		Consecuencias				Estimación del riesgo						
B Baja	c Colectiva		Ld Ligermente dañino				T Riesgo trivial			I Riesgo importante			
M Media	i Individual		D Dañino				To Riesgo tolerable			In Riesgo intolerable			
A Alta			Ed Extremadamente dañino				M Riesgo moderado						

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Retroexcavadora sobre orugas o sobre neumáticos.									Lugar de evaluación: sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello por: (mala visibilidad; campo visual del maquinista disminuido por suciedad u objetos; tajos ajenos próximos a la máquina; caminos de circulación comunes para máquinas y trabajadores; falta de planificación; falta de señalización).	X						X			X			
Deslizamiento lateral o frontal fuera de control de la máquina, (terrenos embarrados; impericia).	X						X			X			
Máquina en marcha fuera de control por abandono de la cabina sin desconectar la máquina.	X							X			X		
Vuelco de la máquina: (apoyo peligroso de los estabilizadores; inclinación del terreno superior a la admisible para la estabilidad de la máquina o para su desplazamiento).	X			X				X			X		
Caída de la máquina a zanjas, (trabajos en los laterales; rotura del terreno por sobrecarga).	X			X				X			X		
Caída por pendientes, (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).	X							X		X			
Vuelco de la máquina por : (superar pendientes superiores a las recomendadas por su fabricante; circulación con el cazo elevado o cargado; impericia).	X							X				X	
Choque contra otros vehículos, (falta de visibilidad; falta de señalización; errores de planificación; falta de iluminación; impericia).													
Contacto con las líneas eléctricas aéreas o enterradas, (errores de planificación; errores en planos; impericia; abuso de confianza).													
Interferencias con infraestructuras urbanas de alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad por: (errores de planificación; errores en planos; impericia; abuso de confianza).													
Desplomes de las paredes de los terrenos de las zanjas por: (sobrecargas al borde, vibraciones del terreno por la presencia de la máquina).		X					X				X		
Incendio, (manipulación de combustibles - fumar -, almacenar combustible sobre la máquina).	X			X			X			X			
Quemaduras, (trabajos de mantenimiento; impericia).	X				X		X			X			
Atrapamiento, (trabajos de mantenimiento; impericia; abuso de confianza).		X			X		X				X		
Proyección violenta de objetos, (rotura de rocas).	X				X		X			X			
Caída de personas desde la máquina, (subir o bajar por lugares no previstos para ello; saltar directamente desde la máquina al suelo).		X			X		X				X		
Golpes, (trabajos de refino de terrenos en la proximidad de la máquina).		X			X		X				X		
Ruido propio y ambiental, (cabinas sin insonorización).	X				X	X			X				

<b>Vibraciones, (cabinas sin aislamiento).</b>		X			X		X				X		
<b>Proyección violenta de objetos a los ojos.</b>	X				X	X			X				
<b>Estrés térmico, (frío, calor) por: (cabinas sin calefacción ni refrigeración).</b>		X			X	X				X			
<b>Interpretación de las abreviaturas</b>													
<b>Probabilidad</b>	<b>Protección</b>		<b>Consecuencias</b>			<b>Estimación del riesgo</b>							
<b>B</b> Baja	<b>c</b> Colectiva		<b>Ld</b> Ligermente dañino			<b>T</b> Riesgo trivial				<b>I</b> Riesgo importante			
<b>M</b> Media	<b>i</b> Individual		<b>D</b> Dañino			<b>To</b> Riesgo tolerable				<b>In</b> Riesgo intolerable			
<b>A</b> Alta			<b>Ed</b> Extremadamente dañino			<b>M</b> Riesgo moderado							

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: **Retroexcavadora con equipo de martillo rompedor, (ruptura de terrenos; losas de hormigón; pavimentos).**

Lugar de evaluación: **sobre planos**

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello por: (mala visibilidad; campo visual del maquinista disminuido por suciedad u objetos; tajos próximos a la máquina; falta de señalización vial; errores de planificación; caminos de circulación comunes para máquinas y trabajadores).	X						X			X			
Deslizamiento lateral o frontal de la máquina, (impericia; terrenos embarrados).	X						X			X			
Máquina en marcha fuera de control, (abandono de la cabina sin desconectar la máquina).	X							X			X		
Vuelco de la máquina, (apoyo peligroso de los estabilizadores; inclinación del terreno superior a la admisible para la estabilidad de la máquina o para su desplazamiento).	X			X				X			X		
Caída de la máquina a zanjas, (trabajos en los laterales; rotura del terreno por sobrecarga).	X							X			X		
Caída por pendientes, (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).	X							X			X		
Vuelco de la maquina por: (circulación con el cazo elevado o cargado; impericia).	X							X			X		
Choque contra otros vehículos, (falta de visibilidad; falta de señalización; errores de planificación; falta de iluminación; impericia).													
Contacto con las líneas eléctricas aéreas o enterradas, (errores de planificación; errores en planos; impericia; abuso de confianza).													
Interferencias con infraestructuras urbanas, alcantarillado, red de aguas y líneas de conducción de gas o de electricidad por: (errores de planificación; errores en planos; impericia; abuso de confianza).													
Desplomes de las paredes de las zanjas por: (sobrecargas al borde, vibraciones del terreno por la presencia de la máquina).		X					X				X		
Incendio, (abastecimiento de combustible - fumar -; almacenar combustibles sobre la máquina).	X			X			X			X			
Quemaduras, (trabajos de mantenimiento; impericia).	X				X		X			X			
Atrapamiento, (trabajos de mantenimiento; impericia; abuso de confianza).		X			X		X				X		
Proyección violenta de objetos, (rotura de rocas).	X				X		X			X			
Caída de personas desde la máquina, (subir o bajar por lugares no previstos para ello; saltar directamente desde la máquina al suelo).		X			X		X				X		
Golpes, (trabajos de refino de terrenos; trabajos en proximidad a la máquina).		X			X		X				X		
Ruido propio y ambiental, (trabajo al unísono de varias máquinas, cabinas sin insonorización).	X				X	X			X				
Vibraciones, (cabinas sin aislamiento).		X			X		X				X		

Los riesgos derivados de los trabajos realizados en ambientes saturados de polvo, (neumoconiosis; cuerpos extraños en ojos).	X				X	X			X					
Estrés térmico por: (cabinas sin calefacción ni refrigeración).		X			X	X				X				
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre terrenos sueltos, demolidos).	X				X		X			X				
Proyección violenta de fragmentos de terreno.		X			X		X				X			
Sobre esfuerzos, (tareas de mantenimiento, transporte a brazo de piezas pesadas).	X				X	X			X					
Interpretación de las abreviaturas														
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino			T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante	
M	Media	i	Individual	D	Dañino			To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable	
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino			M	Riesgo moderado					

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS														
Actividad: Soldadura por arco eléctrico, (soldadura eléctrica).										Lugar de evaluación: sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Caída desde altura, (estructura metálica; trabajos en el borde de forjados, balcones, aleros; estructuras de obra civil; uso de guindolas artesanales; caminar sobre perfilera).		X		X	X		X					X		
Caídas al mismo nivel, (tropezar con objetos o mangueras).		X			X	X				X				
Atrapamiento entre objetos, (piezas pesadas en fase de soldadura).	X				X		X			X				
Aplastamiento de manos por objetos pesados, (piezas pesadas en fase de recibido y soldadura).	X				X		X			X				
Sobre esfuerzos, (permanecer en posturas obligadas; sustentar objetos pesados).	X				X	X			X					
Radiaciones por arco voltaico, (ceguera).		X			X		X					X		
Inhalación de vapores metálicos, (soldadura en lugares cerrados sin extracción localizada).		X			X		X					X		
Quemaduras, (despiste; impericia; caída de gotas incandescentes sobre otros trabajadores).		X			X	X				X				
Incendio, (soldar junto a materias inflamables).	X			X			X			X				
Proyección violenta de fragmentos, (picar cordones de soldadura; amolar)		X			X	X				X				
Contacto con la energía eléctrica, (circuito mal cerrado; tierra mal conectada; bornas sin protección; cables lacerados o rotos).		X		X	X		X					X		
Heridas en los ojos por cuerpos extraños, (picado del cordón de soldadura; esmerilado).		X			X		X					X		
Pisadas sobre objetos punzantes.		X			X	X			X					

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Soldadura oxiacetilénica y oxicorte.										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caída desde altura, (estructuras metálicas; trabajos al borde de los forjados, balcones, aleros; estructuras de obra civil).		X		X	X		X				X		
Caída de las botellas durante el transporte a gancho de grúa.	X						X			X			
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra).	X				X	X			X				
Atrapamiento entre objetos pesados, en fase de soldadura o de corte.	X				X		X			X			
Aplastamiento de manos y / o pies por objetos pesados en fase de soldadura o de corte.	X				X		X			X			
Inhalación de vapores metálicos, (soldadura u oxicorte en lugares cerrados sin extracción localizada).		X			X		X				X		
Radiaciones luminosas por metal blanco, (ceguera).		X			X		X				X		
Quemaduras, (impericia; despiste; vertido de gotas incandescentes).		X			X	X				X			
Incendios, (soldar o cortar en presencia de materiales inflamables).	X			X			X			X			
Explosión, (tumbar las botellas de gases licuados; formación de acetiluro de cobre; vertidos de acetona; utilizar mecheros para detectar fugas).	X			X			X			X			
Sobre esfuerzos, (sustentar piezas pesadas).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas a los ojos, (esmerilado; picado del cordón de soldadura).		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X			X				

Interpretación de las abreviaturas									
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo			
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		
						I	Riesgo importante		
						In	Riesgo intolerable		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Camión dumper de tipo <i>bañera</i> para transporte de tierras.										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos de circulación por carreteras, (circulación vial)		X					X				X		
Riesgos de accidente por estación en arcenes.		X					X				X		
Riesgo de accidente por estación en vías urbanas.		X					X				X		
Atropello de personas, (errores de planificación; falta de señalización; circulación común de vehículos y personas; falta de visibilidad).	X						X			X			
Vuelco, (sobrecarga; tránsito a media ladera; superar obstáculos).	X						X			X			
Colisión, (errores de planificación; ausencia de señalista o de señalización vial; ausencia de señales acústicas).	X						X			X			
Atrapamiento, (mantenimiento; impericia durante el movimiento de la gran caja volquete).	X						X			X			
Proyección violenta de objetos durante la marcha.	X						X			X			
Desplome de tierras colindantes del lugar de carga, (por vibración).	X						X			X			
Vibraciones, (fallos en el aislamiento contra las vibraciones en la cabina).	X				X		X			X			
Ruido ambiental, (conjunción de varias máquinas).		X			X	X			X				
Polvo ambiental.		X			X	X			X				
Caídas al subir o bajar a la cabina, (hacerlo por lugares inapropiados).		X					X				X		
Contactos con la energía eléctrica, (vehículo en marcha con la caja volquete izada; trabajos en proximidad o bajo catenarias de conducciones eléctricas aéreas).		X		X	X		X				X		
Quemaduras, (mantenimiento).	X				X	X			X				
Golpes por la manguera de suministro de aire, (relleno de ruedas).	X					X			X				
Sobre esfuerzos, (mantenimiento).	X				X	X			X				
Estrés por trabajo en jornadas exhaustivas de larga duración.		X					X				X		

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable



# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: Camión de transporte en el interior de las obras.

Lugar de evaluación: sobre planos

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos inherentes de los trabajos realizados en su proximidad	X			X				X		X			
Atropello de personas, (errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).	X						X			X			
Choques al entrar o salir de la obra, (ausencia de señalización vial normalizada; ausencia de semáforos).	X						X			X			
Vuelco del camión, (superar obstáculos o accidentes del terreno; blandones por falta de compactación; circular al borde de zanjas o cortes del terreno).	X						X			X			
Vuelco por desplazamiento de la carga.	X						X			X			
Caída de objetos desde la caja durante la marcha, (superar los colmos admisibles; no cubrir la carga con mallas o lonas).	X						X			X			
Contacto con la energía eléctrica, (superar con la caja basculante los gálibos de seguridad en presencia de líneas eléctricas aéreas).	X							X			X		
Caídas desde la caja al suelo, (caminar sobre la carga).		X			X		X				X		
Caídas al subir o bajar del camión por lugares imprevistos.		X			X		X				X		
Atrapamiento entre objetos, (permanecer sobre la carga en movimiento).		X					X				X		
Proyección de partículas a los ojos por viento.	X				X	X			X				
Caídas del camión a otro nivel al terminar las rampas de vertido por: (falta de señalización de balizamiento y topes de final de recorrido).	X							X			X		
Ruido.		X			X	X			X				
Afecciones respiratorias por atmósferas de polvo.		X			X	X			X				

## Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo				
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado			

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: Camión de transporte de materiales.

Lugar de evaluación: sobre planos

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos de accidentes de circulación, (impericia; somnolencia; caos circulatorio).	X						X				X		
Riesgos inherentes a los trabajos realizados en su proximidad,		X					X				X		
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalistas; errores de planificación; falta de señalización; ausencia de semáforos).		X					X				X		
Choques al entrar y salir de la obra por: (maniobras en retroceso; falta de visibilidad; ausencia de señalista; ausencia de señalización; ausencia de semáforos).	X						X			X			
Vuelco del camión por: (superar obstáculos; fuertes pendientes; medias laderas; desplazamiento de la carga).	X						X			X			
Caídas desde la caja al suelo por: (caminar sobre la carga; subir y bajar por lugares imprevistos para ello).	X						X			X			
Proyección de partículas por: (viento; movimiento de la carga).	X							X			X		
Atrapamiento entre objetos, (permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión).		X			X		X				X		
Atrapamientos, (labores de mantenimiento).		X					X				X		
Contacto con la corriente eléctrica, ( caja izada bajo líneas eléctricas).		X					X			X			

## Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo			
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		
						I	Riesgo importante		
						In	Riesgo intolerable		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Camión cuba hormigonera.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalista; falta de visibilidad; espacio angosto).		X					X					X	
Colisión con otras máquinas de movimiento de tierras, camione, etc., por: (ausencia de señalista; falta de visibilidad; señalización insuficiente o ausencia de señalización).	X						X			X			
Vuelco del camión hormigonera por: (terrenos irregulares; embarrados; pasos próximos a zanjas o a vaciados).	X						X			X			
Caída en el interior de una zanja, (cortes de taludes, media ladera).	X						X			X			
Caída de personas desde el camión, (subir o bajar por lugares imprevistos).		X					X				X		
Golpes por el manejo de las canaletas, (empujones a los operarios guía y puedan caer).		X					X				X		
Caída de objetos sobre el conductor durante las operaciones de vertido o limpieza, (riesgo por trabajos en proximidad).	X							X			X		
Golpes por el cubilote del hormigón durante las maniobras de servicio.		X					X				X		
Atrapamientos durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas.		X					X				X		
Riesgo de accidente por estacionamiento en arcenes		X					X				X		
Riesgo de accidente por estacionamiento en vías urbanas.		X					X				X		

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Camión grúa.										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atropello de personas por: (maniobras en retroceso; ausencia de señalista; espacio angosto).	X						X			X			
Contacto con la energía eléctrica, (sobrepasar los galibos de seguridad bajo líneas eléctricas aéreas).													
Vuelco del camión grúa por: (superar obstáculos del terreno; errores de planificación).	X						X			X			
Atrapamientos, (maniobras de carga y descarga).	X						X			X			
Golpes por objetos, (maniobras de carga y descarga).		X					X				X		
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.		X					X				X		
Desprendimiento de la carga por eslingado peligroso.	X							X			X		
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio.	X						X			X			
Ruido.		X			X	X			X				
Riesgo de accidente por estacionamiento en arcenes.													
Riesgo de accidente por estacionamiento en vías urbanas.													

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Camión bomba de brazo articulado para vertido de hormigón.										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos de circulación por carreteras, (circulación vial).		X					X				X		
Riesgos de accidente por estación en arcenes		X					X				X		
Riesgo de accidente por estación en vías urbanas. (		X					X				X		
Vuelco del camión bomba de hormigón por proximidad a cortes y taludes.	X						X			X			
Deslizamiento camión bomba de hormigón por planos inclinados, (trabajos en rampas o a media ladera).	X						X			X			
Vuelco por fallo mecánico, (fallo de los estabilizadores hidráulicos o su no instalación; falta de compactación del terreno).	X						X			X			
Proyecciones violentas de objetos, (reventón de tubería o salida de la pelota limpiadora).	X							X			X		
Golpes por objetos que vibran, (tolva, tubos oscilantes).		X			X		X				X		
Golpes por proyección violenta, fuera de control, de la pelota limpiadora.		X			X			X				X	
Atrapamientos, (labores de mantenimiento).		X					X				X		
Electrocución por: interferencia del brazo con líneas eléctricas aéreas.		X					X				X		
Proyección de hormigón y fragmentos de forma violenta por: (rotura de la tubería, desgaste, sobrepresión, abrasión externa).		X					X				X		
Rotura de la manguera por flexión límite, (falta de mantenimiento).	X						X			X			
Caída de personas desde la máquina, (subir o bajar por lugares imprevistos).		X			X		X				X		
Atrapamiento de personas entre la tolva del camión bomba de hormigón y el camión hormigonera de servicio del hormigón por: (falta de señalista; falta de planificación).	X						X			X			

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Bomba para hormigón autotransportada.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos de circulación por carreteras, (circulación vial).	X			X			X		X				
Riesgos de accidente por estación en arcenes.	X			X			X		X				
Riesgo de accidente por estación en vías urbanas.).	X			X			X			X			
Vuelco de la bomba de hormigón por proximidad a cortes y taludes.	X						X			X			
Deslizamiento por planos inclinados, (trabajos en rampas o a media ladera).	X						X			X			
Vuelco por fallo mecánico, (fallo de los estabilizadores hidráulicos o su no instalación; falta de compactación del terreno).	X						X			X			
Proyecciones violentas de objetos, (reventón de tubería o salida de la pelota limpiadora).	X							X			X		
Golpes por objetos que vibran, (tolva, tubos oscilantes).		X			X		X				X		
Golpes por proyección violenta, fuera de control, de la pelota limpiadora.		X			X			X				X	
Atrapamientos, (labores de mantenimiento).		X					X				X		
Contacto con la corriente eléctrica, (equipos de bombeo por accionamiento a base de energía eléctrica, anulación de las protecciones eléctricas).		X		X			X				X		
Electrocución por: interferencia del brazo con líneas eléctricas aéreas.		X		X	X			X			X		
Proyección de hormigón y fragmentos de forma violenta por: (rotura de la tubería, desgaste, sobrepresión, abrasión externa).		X					X				X		
Rotura de la manguera por flexión límite, (falta de mantenimiento).	X						X			X			
Caída de personas desde la máquina, (subir o bajar por lugares imprevistos).		X			X		X				X		
Atrapamiento de personas entre la tolva y el camión hormigonera de servicio del hormigón por: (falta de señalista; falta de planificación).	X						X			X			

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

# ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: **Pavimentadora de hormigones por molde deslizante y rematadora de superficie por arrastre.**

Lugar de evaluación: **sobre planos**

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Riesgos durante la autocarga y autodescarga desde el remolque:													
Caídas al subir o bajar al remolque y máquina, (hacerlo por lugar no previsto; impericia).	X				X	X			X				
Vuelco por maniobra incorrecta.	X						X			X			
Golpes y atropellos a personas próximas.	X						X			X			
Ruido ambiental.		X			X	X			X				
Riesgos de la puesta en servicio y ajuste de la máquina:													
Golpes y atropello de personas próximas.		X					X			X			
Ruido ambiental.		X			X	X			X				
Atoramiento por barrizales.	X					X			X				
Rotura de mangueras y manguitos de presión.	X						X			X			
Riesgos durante la confección de pavimentos:													
Atropello durante las maniobras de vertido del hormigón desde el camión volquete.	X						X			X			
Contactos con el cemento, (dermatitis).	X				X	X			X				
Rotura de mangueras y manguitos a presión.		X					X				X		
Ruido ambiental.		X			X	X				X			
Trabajos en ambientes húmedos, (reumas, artritis).	X						X			X			
Insolación, (falta de toldos o de cabina protectora).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos durante el refino a base de alisadores manuales.	X				X	X			X				
Otros riesgos:													
Máquina fuera de control, (fallo de mantenimiento; abandono de la cabina con la máquina en marcha).	X							X			X		
Proyección de fragmentos o partículas a los ojos, (durante refinados).	X				X	X			X				
Caídas al mismo o distinto nivel, (al subir o bajar a las distintas partes de la máquina por lugares imprevistos).	X			X		X			X				
Golpes por objetos y herramientas.	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos.	X				X	X			X				
Riesgos de las limpiezas y mantenimiento tras los vertidos:													

## Interpretación de las abreviaturas

Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo				
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado			

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS														
Actividad: Vibradores eléctricos para hormigones, de sustentación manual.											Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo					
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In	
Contacto con la energía eléctrica, (puentear las protecciones eléctricas; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X					X		
Vibraciones en el cuerpo y extremidades al manejar el vibrador.		X			X		X					X		
Sobre esfuerzos, (trabajo continuado y repetitivo; permanecer sobre las armaduras del hormigón en posturas forzadas).	X				X	X			X					
Pisadas sobre objetos punzantes o lacerantes, (armaduras; forjados; losas).	X				X	X			X					
Ruido.		X			X	X				X				
Proyección violenta de gotas o fragmentos de hormigón a los ojos.	X				X		X			X				

Interpretación de las abreviaturas										
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo				
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado			



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Pisones mecánicos para compactación de tierras, (urbanización).</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
<b>Ruido.</b>		X			X	X			X				
Atrapamiento por el pisón, (impericia; despiste; falta de un anillo perimetral de protección).	X				X	X			X				
Golpes por el pisón, (arrastré por impericia).	X				X	X			X				
Vibraciones por el funcionamiento del pisón.		X			X	X				X			
Explosión, (durante el abastecimiento de combustible, fumar).	X						X			X			
Máquina en marcha fuera de control.	X				X		X			X			
Proyección violenta de objetos, (piedra fracturada).	X				X		X			X			
Caídas al mismo nivel, (impericia; despiste; cansancio).	X				X	X			X				
Estrés térmico, (trabajos con frío o calor intenso).	X				X	X			X				
Insolación.	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (trabajos en jornadas de larga duración).	X				X	X			X				

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
<b>B</b>	Baja	<b>c</b>	Colectiva	<b>Ld</b>	Ligermente dañino	<b>T</b>	Riesgo trivial
<b>M</b>	Media	<b>i</b>	Individual	<b>D</b>	Dañino	<b>To</b>	Riesgo tolerable
<b>A</b>	Alta			<b>Ed</b>	Extremadamente dañino	<b>M</b>	Riesgo moderado
						<b>I</b>	Riesgo importante
						<b>In</b>	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Carretilla elevadora mecánica autodesplazable.										Lugar de evaluación: sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Vuelco de la máquina por: (superar la pendiente admisible recomendada por el fabricante; circular con la carga elevada; impericia; superar obstáculos).		X						X				X	
Caída a distinto nivel por: (sobrecarga del lugar de rodadura; exceso de confianza; falta de señalización; ausencia de topes final de recorrido).	X							X				X	
Caída de personas desde la máquina, (transportar a persona junto, sobre o tras la carga).	X				X		X			X			
Choque contra obstáculos u otras máquinas por: (fallo de planificación; ausencia de señalistas; ausencia de señalización; falta de iluminación).	X						X			X			
Atropello de personas por: (falta de visibilidad del conductor por el tamaño de la carga).	X							X				X	
Contacto con la energía eléctrica por: (trabajar bajo o en proximidad de catenarias de líneas eléctricas aéreas)	X						X			X			
Atrapamiento del conductor por la máquina, (vuelco sin pórtilco indeformable antivuelco).	X							X				X	
Golpes de objetos sobre el conductor, (ausencia de pórtilco antiimpactos; sobrecarga).	X							X				X	
Hundimiento del forjado o losa de hormigón por soportar exceso de carga		X					X			X			
Emanación de gases tóxicos por escape del motor.	X				X		X			X			
Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.	X				X		X			X			

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Taladro eléctrico portátil.								Lugar de evaluación: sobre planos					
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec- ción		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Sobre esfuerzos, (taladros de longitud importante).	X				X	X			X				
Contacto con la energía eléctrica, (falta de doble aislamiento; anulación de toma de tierra; carcassas de protección rotas; conexiones sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Erosiones en las manos.	X				X	X			X				
Cortes, (tocar aristas, limpieza del taladro).	X				X	X			X				
Golpes en el cuerpo y ojos, por fragmentos de proyección violenta.	X				X		X			X			
Los derivados de la rotura de la broca, (accidentes graves por proyección muy violenta de fragmentos).	X				X		X			X			
Polvo.		X			X	X				X			
Caídas al mismo nivel por: (pisadas sobre materiales; torceduras; cortes).		X			X	X				X			
Ruido.		X			X	X				X			
Vibraciones.		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld Ligermente dañino			T Riesgo trivial			I Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D Dañino			To Riesgo tolerable			In Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed Extremadamente dañino			M Riesgo moderado						

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: Máquinas herramienta eléctricas en general: radiales, cizallas, cortadoras, sierras , y asimilables.								Lugar de evaluación: sobre planos					
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec- ción		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Cortes por: (el disco de corte; proyección de objetos; voluntarismo; impericia).		X			X		X				X		
Quemaduras por: (el disco disco de corte; tocar objetos calientes; voluntarismo; impericia).		X			X	X				X			
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X		
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X		
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X		
Contacto con la energía eléctrica, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X		
Vibraciones.		X			X		X				X		
Ruido.		X			X	X				X			
Polvo.		X			X	X				X			
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo						
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino		T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante	
M	Media	i	Individual	D	Dañino		To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable	
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino		M	Riesgo moderado					

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Hormigonera eléctrica, pastelera</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atrapamientos por: (las paletas, los engranajes o por las correas de transmisión), (labores de mantenimiento; falta de carcasas de protección de engranajes, corona y poleas).	X				X		X				X		
Contactos con la corriente eléctrica, (anulación de protecciones; toma de tierra artesanal; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X			X	X				X			
Sobre esfuerzos, (girar el volante de accionamiento de la cuba; carga de la cuba).		X			X	X				X			
Golpes por elementos móviles.	X				X		X			X			
Polvo ambiental, (viento fuerte).	X				X		X			X			
Ruido ambiental.		X			X	X				X			
Caídas al mismo nivel, (superficies embarradas).		X			X	X				X			
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Mesa de sierra circular para madera.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Cortes con el disco por: (falta de los empujadores; falta o anulación de la carcasa protectora y del cuchillo divisor).		X		X	X		X				X		
Abrasioness por: (el disco de corte; la madera a cortar).		X		X	X		X				X		
Atrapamientos: (falta de la carcasa de protección de poleas).		X			X		X				X		
Proyección violenta de partículas y fragmentos, (astillas; dientes de la sierra).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (corte de tabloness; cambios de posición).	X				X	X			X				
Emisión de polvo de madera.		X			X	X				X			
Ruido.		X			X	X				X			
Contacto con la energía eléctrica, (anulación de las protecciones; conexión directa sin clavijas; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Rotura del disco de corte por recalentamiento.	X			X				X				X	

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Compresor.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	I	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
<b>Riesgos del transporte interno:</b>													
Vuelco, (circular por pendientes superiores a las admisibles).	X						X			X			
Atrapamiento de personas, (mantenimiento).	X				X		X			X			
Caída por terraplén, (fallo del sistema de inmovilización decidido).	X						X			X			
Desprendimiento y caída durante el transporte en suspensión.	X							X				X	
Sobre esfuerzos, (empuje humano).	X					X			X				
<b>Riesgos del compresor en servicio:</b>													
Ruido, (modelos que no cumplen las normas de la UE; utilizarlos con las carcasa abiertas).		X				X			X				
Rotura de la manguera de presión, (efecto látigo; falta de mantenimiento; abuso de utilización; tenderla en lugares sujetos a abrasiones o pasos de vehículos).	X						X			X			
Emanación de gases tóxicos por escape del motor.		X					X				X		
Atrapamiento durante operaciones de mantenimiento.	X				X		X			X			
Riesgo catastrófico por: (utilizar el brazo como grúa).	X						X			X			
Vuelco de la máquina por: (estación en pendientes superiores a las admitidas por el fabricante; blandones; intentar superar obstáculos).	X						X			X			
Caída desde el vehículo de suministro durante maniobras en carga, (impericia).	X						X				X		
<b>Interpretación de las abreviaturas</b>													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						

**Análisis y evaluación inicial de riesgos clasificados por las instalaciones de la obra.**

<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS</b>													
Actividad: Albañilería.								Lugar de evaluación: sobre planos					
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar de ubicación de la obra y de su entorno natural	X					X				X			
Caída de personas desde altura por: (penduleo de cargas sustentadas a gancho de grúa; andamios; huecos horizontales y verticales).	X			X	X		X			X			
Caída de personas al mismo nivel por: (desorden, cascos, pavimentos resbaladizos).	X				X		X			X			
Caída de objetos sobre las personas.	X				X		X			X			
Golpes contra objetos.		X			X	X				X			
Cortes y golpes en manos y pies por el manejo de objetos cerámicos o de hormigón y herramientas manuales.		X			X	X				X			
Dermatitis por contactos con el cemento.		X			X	X				X			
Proyección violenta de partículas a los ojos u otras partes del cuerpo por: (corte de material cerámico a golpe de paletín; sierra circular).	X				X		X			X			
Cortes por utilización de máquinas herramienta.	X				X		X			X			
Afecciones de las vías respiratorias derivadas de los trabajos realizados en ambientes saturados de polvo, (cortando ladrillos).	X				X		X			X			
Sobreesfuerzos, (trabajar en posturas obligadas o forzadas; sustentación de cargas).	X				X	X			X				
Electrocución, (conexiones directas de cables sin clavijas; anulación de protecciones; cables lacerados o rotos).		X		X	X		X				X		
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho.	X						X			X			
Los derivados del uso de medios auxiliares, (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).		X		X	X		X				X		
Dermatitis por contacto con el cemento.	X				X	X			X				
Ruido, (uso de martillos neumáticos).		X			X	X				X			
<b>Interpretación de las abreviaturas</b>													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Instalación eléctrica provisional de la obra.</b>									Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel, (trabajos al borde de cortes del terreno o de losas; desorden; usar medios auxiliares deteriorados, improvisados o peligrosos).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos directos; (exceso de confianza; empalmes peligrosos; puenteo de las protecciones eléctricas; trabajos en tensión; impericia).		X		X	X		X				X		
Contactos eléctricos indirectos.		X					X				X		
Pisadas sobre materiales sueltos.	X				X	X			X				
Pinchazos y cortes por: (alambres; cables eléctricos; tijeras; alicates).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (transporte de cables eléctricos y cuadros; manejo de guías y cables).	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulación de guías.	X				X	X			X				
Cortes y erosiones por manipulaciones con las guías y los cables.	X				X	X			X				
Incendio por: (hacer fuego o fumar junto a materiales inflamables).	X			X		X			X				
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligermente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						

**Análisis y evaluación inicial de riesgos del montaje, construcción, retirada o demolición de las instalaciones provisionales para los trabajadores y áreas auxiliares de empresa**

<b>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS</b>													
Actividad: <b>Montaje, mantenimiento y retirada con carga sobre camión de las instalaciones provisionales para los trabajadores de módulos prefabricados metálicos.</b>										Lugar de evaluación: <b>sobre planos</b>			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Atrapamiento entre objetos durante maniobras de carga y descarga de los módulos metálicos.	X				X		X			X			
Golpes por penduleos, (intentar dominar la oscilación de la carga directamente con las manos; no usar cuerdas de guía segura de cargas).	X				X		X			X			
Proyección violenta de partículas a los ojos, (polvo de la caja del camión; polvo depositado sobre los módulos; demolición de la cimentación de hormigón).	X				X	X			X				
Caída de carga por eslingado peligroso, (no usar aparejos de descarga a gancho de grúa).	X				X		X			X			
Dermatitis por contacto con el cemento, (cimentación).	X				X	X			X				
Contactos con la energía eléctrica.		X		X	X		X				X		

Interpretación de las abreviaturas							
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado
						I	Riesgo importante
						In	Riesgo intolerable

## **6- Protección colectiva a utilizar en la obra.**

Del análisis de riesgos laborales que se ha realizado y de los problemas específicos que plantea la construcción de la obra, se prevé utilizar las contenidas en el siguiente listado:

- Entibación blindaje metálico para zanjas.
- Anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad.
- Cuerdas fiadoras para cinturones de seguridad.
- Escaleras de mano con capacidad de desplazamiento.
- Portátil de seguridad para iluminación eléctrica.
- Oclusión de huecos horizontales.
- Interruptor diferencial de 30 mA.
- Interruptor diferencial de 300 mA.
- Pasarelas de seguridad sobre zanjas
- Portatil de seguridad para iluminación eléctrica.
- Toma de tierra independiente y normalizada- para estructuras metálicas de máquinas fijas.
- Toma de tierra normalizada general de la obra.

## **7- Equipos de protección individual a utilizar en la obra.**

Del análisis de riesgos efectuado, se desprende que existe una serie de ellos que no se han podido resolver con la instalación de la protección colectiva. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de personas que intervienen en la obra. Consecuentemente se ha decidido utilizar las contenidas en el siguiente listado:

- Bota impermeable pantalón de goma o material plástico sintético.
- Botas de goma o material plástico sintético.- impermeables.
- Botas aislantes de la electricidad.
- Casco de seguridad 'N'- 'yelmo de soldador'.
- Cascos de seguridad clase 'N'.
- Cascos protectores auditivos.
- Chaleco reflectante.
- Cinturones de seguridad contra las caídas- clase 'C'- tipo 1.
- Cinturones porta herramientas.
- Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo.
- Filtro para radiaciones de arco voltaico- (pantallas soldador).
- Guantes de cuero flor y loneta.
- Guantes de goma o de material plástico sintético.
- Mascarilla contra las partículas con filtro mecánico recambiable.
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo.
- Muñequeras contra las vibraciones.
- Ropa de trabajo- (monos o buzos de algodón).
- Sombrero gorra de visera contra la insolación.

Traje impermeable a base de chaquetilla y pantalón de material plástico sintético.

## **8- Prevención asistencial en caso de accidente.**

### **Primeros Auxilios.**

Aunque el objetivo global de este estudio de seguridad y Salud es evitar los accidentes laborales, hay que reconocer que existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever la existencia de primeros auxilios para atender a los posibles accidentados.

### **Maletín botiquín de primeros auxilios.**

Las características de la obra no recomiendan la dotación de un local botiquín de primeros auxilios, por ello, se prevé la atención primaria a los accidentados mediante el uso de maletines botiquín de primeros auxilios manejados por personas competentes.

### **Medicina Preventiva.**

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, síquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista adjudicatario, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realice los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Y que así mismo, exija puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontradas por él para esta obra.

### **Evacuación de accidentados.**

La evacuación de accidentados, que por sus lesiones así lo requieran, está prevista mediante la contratación de un servicio de ambulancias.

## **9- Formación e información en seguridad y salud.**

La formación e información de los trabajadores en los riesgos laborales y en los métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales y realizar la obra sin accidentes.

El Contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en el método de trabajo seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma, que todos los trabajadores tendrán

conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED  
EN LA CUBIERTA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

VI ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE  
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE OBRA

Pablo Castillejo Segura

José Vicente Valdenebro García

Pamplona, 30 de Junio de 2011



## **DOCUMENTO:**

# **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA**



Durante la ejecución de la instalación fotovoltaica se prevén los siguientes trabajos:

- Montaje de estructura de aluminio, anclada ala estructura de la nave como soporte de los módulos fotovoltaicos .
- Montaje de los paneles solares.
- Implantación de edificio de hormigón prefabricado para alojar inversores y transformador. Demolición de solera y excavación de tierras superficiales para asentamiento del edificio.
- Instalación eléctrica. Cableado y protecciones.
- Canalización de la línea eléctrica. Zanja (12m ) y arquetas: Demolición de la solera y movimiento de tierras procedentes de la excavación de la zanja.
- Cimentación de torres de media tensión: Se van a levantar dos nuevas torres cuya cimentación requiere la ejecución de dos pozos.
- Tendido de línea aérea. (20m )
- Desmantelamiento del apoyo existente.

Los residuos generados durante la obra son los siguientes:

A) Residuos de la construcción y demolición: hormigón de la solera existente y del poste de media tensión también existente, y las tierras procedentes de la excavación de pozo y zanja.

Todos estos materiales están incluidos en el epigrafe 17 de la Lista Europea de Residuos (LER)

- Hormigón. Código 17 01 01. Total material generado 10,11m<sup>3</sup> generados
  - Demolición de solera para CT:  $7,5 \times 3 \times 0.15 = 3.38 \text{ m}^3$
  - Demolición de solera para zanja:  $12 \times 0.45 \times 0.15 = 0.81 \text{ m}^3$
  - Demolición de solera para arqueta:  $2 \times (1.25 \times 1.25 \times 0.15) = 0.47 \text{ m}^3$
  - Poste de hormigón existente:  $20 \times 0.5 \times 0.5 = 5 \text{ m}^3$
- Tierra y piedras procedentes de la excavación. Código 17 05 04. Total material generando 26,82 m<sup>3</sup>
  - Tierra de los nuevos pozos de cimentación:  $1,28 \times 1.28 \times 2.29 = 3,75 \text{ m}^3$   
 $1,08 \times 1.08 \times 2.10 = 2,45 \text{ m}^3$
  - Tierra de la excavación para las arquetas:  $1 \times 1 \times 0,85 \times 2 = 1,7 \text{ m}^3$
  - Tierra de la zanja para canalización eléctrica:  $12 \times 0,45 \times 1,1 = 5,94 \text{ m}^3$
  - Tierra de excavación para ubicar CT:  $7,5 \times 3 \times 0,55 = 12,38 \text{ m}^3$

Todos estos materiales se pueden clasificar como no reutilizables ni valorables “in situ” y su destino será el vertedero. El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a un metro cúbico, o contenedores metálicos específicos.

En el caso del hormigón todos los restos de demolición de la solera serán trasladados al vertedero autorizado, y para ello en las partidas de presupuesto que corresponda se ha valorado dicho traslado.

En el caso de las tierras, en la medida de lo posible se extenderán en las zonas próximas dado el volumen mínimo de las mismas, y en el caso de no ser posible esto último se trasladarán al vertedero, por lo que igual que en caso anterior se ha valorado dicho coste en la partida correspondiente.

B) El resto de residuos que se puedan generar durante la obra serán embalajes, plásticos..., asimilares a urbano, que se recogerán en un contenedor y trasladarán hasta los contenedores de Pradejón para su retirada por el servicio de recogida de RSU de la localidad.

Los contenedores deberán estar señalizados y tapados fuera del horario de trabajo para evitar el depósito de residuos ajenos a los mismos.

Se asegurará en la contratación de la gestión de los RCD, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se contratará sólo transportistas o gestores autorizados inscritos en los residuos correspondientes.

## **I. MEMORIA**

- 1. Objeto**
- 2. Instalación solar fotovoltaica**
  - 2.1 Justificación de una instalación solar
  - 2.2 Aplicaciones principales
  - 2.3 Funcionamiento de una planta solar
- 3. Antecedentes**
- 4. Emplazamiento**
- 5. Descripción del proyecto**
- 6. Potencia de la instalación**
- 7. Instalación eléctrica**
  - 7.1 Introducción
    - 7.1.1 Objeto del capítulo
    - 7.1.2 Normativa aplicable
  - 7.2 Instalación eléctrica de media tensión
    - 7.2.1 Generalidades
    - 7.2.2 Descripción de la instalación
      - 7.2.3 Línea aérea de alta tensión 13,2 kV
        - 7.2.3.1 Bases de diseño
        - 7.2.3.2 Descripción de la instalación
        - 7.2.3.3 Conductores
        - 7.2.3.4 Toma de tierra
      - 7.2.4 Línea subterránea a 13,2 kV
        - 7.2.4.1 Justificación
        - 7.2.4.2 Construcción
          - 7.2.4.2.1 Obra civil
          - 7.2.4.2.2 Conversión aéreo-subterránea
          - 7.2.4.2.3 Instalación eléctrica
        - 7.2.4.3 Características del conductor
        - 7.2.4.4 Trazado
      - 7.2.5 Centro de Transformación
        - 7.2.5.1 Cálculos eléctricos de Alta tensión
          - 7.2.5.1.1 Sección del embarrado
          - 7.2.5.1.2 Sección de conductores de MT (Conexión de la celda de Trafo)
          - 7.2.5.1.3 Sección del conductor de BT
        - 7.2.5.2 Ventilación
        - 7.2.5.3 Distancias
        - 7.2.5.4 Aislamiento
        - 7.2.5.5 Instalación de toma a tierra
        - 7.2.5.6 Cálculo de la resistencia de la puesta a tierra del neutro del transformador
        - 7.2.5.7 Cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de la torre de alta tensión
        - 7.2.5.8 Cálculo de intensidad de cortocircuito trifásico
        - 7.2.5.9 Cálculo de la resistencia de defecto a tierraII (3Io)
        - 7.2.5.10 Aparatos de Media tensión
        - 7.2.5.11 Cálculos eléctricos Centro de transformación
          - 7.2.5.11.1 Centro de Transformación
          - 7.2.5.11.2 Líneas subterráneas a 13,2 Kv
            - 7.2.5.11.2.1 Alimentación a Centro de transformación

- 7.2.6 Afecciones Línea aérea
- 7.3 Instalación eléctrica de Baja Tensión
  - 7.3.1 Descripción de la instalación
    - 7.3.1.1 Descripción de los componentes del sistema de baja tensión
      - 7.3.1.1.1 Líneas se Baja Tensión
      - 7.3.1.1.2 Cajas de Strings
      - 7.3.1.1.3 Inversores
      - 7.3.1.1.4 Cuadro de Baja Tensión
  - 7.4 Red de tierra
  - 7.5 Sistema de neutro
    - 7.5.1 Esquema de distribución de neutro y masas
    - 7.5.2 Conductores de protección
    - 7.5.3 Protección contra contactos indirectos en instalaciones TN
- 8. Características de la instalación fotovoltaica**
  - 8.1 Efecto fotovoltaico
  - 8.2 Célula fotovoltaica
    - 8.2.1 Funcionamiento de una célula solar
  - 8.3 Módulo fotovoltaico
  - 8.4 Estructura de montaje
    - 8.4.1 Orientación e inclinación
  - 8.5 Cajas de Strings
  - 8.6 Inversores

## **CÁLCULOS**

### **CÁLCULOS FOTOVOLTAICOS**

- 1. Líneas de Strings
- 2. Radiación solar media horaria e irradiancia máxima para modelo de cielo claro
- 3. Cálculo de radiación horaria para un día particular del año a partir de la radiación media mensual diaria
  - 3.1 Estudio energético

### **CÁLCULO DE POTENCIA INSTALADA**

- 1. Cálculo de pérdidas por orientación
- 2. Cálculo de potencia a la salida de los paneles
- 3. Cálculo de potencia a la entrada de inversores
- 4. Cálculo de potencia a la salida de inversores
- 5. Distancia entre paneles
- 6. Cálculo de sombras

### **CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN**

- 1. Cálculos eléctricos
- 2. Cálculos mecánicos

## ANEXOS

## ANEXO I: MEMORIA AMBIENTAL

1. Objeto Memoria Ambiental
2. Justificación de la instalación
3. Características de la instalación
4. Informe de situación del suelo ocupado
5. Incidencias en el medio ambiente
  - 5.1 Desarrollo del medio físico
  - 5.2 Análisis de dimensiones y residuos contaminantes
  - 5.3 Análisis de molestias a los habitantes de localidades próximas
  - 5.4 Análisis de afecciones socio-económicas
  - 5.5 Medidas correctoras
6. Análisis de impacto ambiental
7. Conclusión

## ANEXO II: PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

## Objeto

### Medidas adoptadas

## ANEXO III: JUSTIFICACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS

## ANEXO IV: PLAN DE DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

## ANEXO V: JUSTIFICACIÓN DE LA NORMA URBANISTICA DE PRADEJÓN

## ANEXO VI: JUSTIFICACIÓN DEL CTE

## ANEXO VII: ESTRUCTURA

## II. PLIEGO DE CONDICIONES

### III. PRESUPUESTO

#### **IV. PLANOS**

1. Situación
2. Línea de alta tensión. Estado actual
3. Obra civil y canalización para transporte de energía hasta la red general
4. Modificación línea 13,2 kV. Derivación CT, planta general y perfiles
5. Detalles de torres
6. Centro de Transformación
7. Estado actual nave. Alzados y secciones
8. Estado actual nave. Planta de cimentación
9. Estado actual nave. Planta de estructura
10. Estado actual nave. Planta de cubierta
11. Implantación solar
12. Instalación solar. Distribución de circuitos
13. Esquema Unifilar
14. Plano de montaje

#### **V ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL**

#### **VI DOCUMENTO: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE OBRA**